

Vägverket

Prissättning av avgaser och buller vid vägplanering

**Vägverkets
utredningar**

16/1992

Helsingfors 1992

**Vägstyrelsen
Utvecklingscentralen**

Vägverkets utredningar
16/1992

Prissättning av avgaser och buller vid vägplanering

Vägverket
Vägstyrelsen, utvecklingscentralen

Helsingfors 1992

ISBN 951-47-5817-X

ISSN 0788-3722

TIEL 3200072R

Statens tryckericentral

Helsingfors 1992

Publikation säljs av:

Vägstyrelsen, publikationslagret

Vägverket

Vägstyrelsen

Semaförbron 12 A

PB 33

00521 HELSINGFORS

Prissättning av avgaser och buller vid vägplanering. Helsingfors 1992, Vägstyrelsen, utvecklingscentralen. Vägverkets utredningar 16/1992, 29 s. + bilagor 18 s. ISBN 951-47-5817-X, ISSN 0788-3722, TIEL 3200072R

Nyckelord trafik, miljöskadeverkan, kostnader, buller, avgaser

Sammandrag

I publikationen PRISSÄTTNING AV AVGASER OCH BULLER VID VÄGPLANERING undersöks de grunder och tillvägagångssätt, på vilka kostnaderna för den skadeverkan som vägtrafikens buller och avgaser förorsakar kan bestämmas. Publikationen utgör arbetsgruppens betänkande och i den ingår arbetsgruppens förslag.

Arbetsgruppen har på basen av gjorda utredningar uppskattat de kostnader, som vägtrafikens buller och avgaser förorsakade i Finland år 1989. Kostnaderna skattades utgående från de ekonomiska förluster som skadeverkningarna förorsakade, med undantag av kostnaderna för klimatiförändringar, vilka uppskattades utgående från de ekonomiska styrmedel som skulle krävas för att få ökningen av utsläppen att upphöra. Vid uppskattningen av kostnader blev man pga brist på dataunderlag tvungen att göra flera antaganden och generaliseringar.

De kostnader som vägtrafikens buller och avgaser förorsakade i Finland år 1989 uppgick till 4,5 miljarder mark, av vilket avgasernas andel var 2,9 miljarder mark och bullrets 1,6 miljarder mark. De kostnader som förorsakas av klimatiförändringar var 1,5 miljarder mark.

Utgående från totalkostnaderna för vägtrafikens utsläpp bestämdes kostnaderna för de skador som olika utsläppskomponenter förorsakar. Utgående från dessa uppgifter och med iakttagandet av en säkerhetsfaktor uträknades preliminära enhetskostnader för avgaserna. De kostnader som förorsakas av avgaserna från en bil utan katalysator är i medeltal 6,5 p/körkm vid landsvägskörning och 7,0 p/körkm vid stadskörning. Utsläppen från katalysatorbilar är 70 - 80 % lägre än utsläppen från dagens bilar och sålunda är även kostnaderna för utsläppen lägre. Kostnaderna för dagens tunga fordon är i medeltal 27 p/körkm vid landsvägskörning och 32 p/körkm vid stadskörning. Utsläppen från tunga fordon minskar i framtiden till 50 - 60 % av nuvarande nivå, varvid även fordonens utsläppskostnader minskar.

Kostnaderna för de skadeverkningar som bullret och avgaserna förorsakar kommer sannolikt inte att inverka avgörande på lönsamheten för vägprojekt eller den ordning i vilken projekten förverkligas. Det är dock skäl att tillämpa prissättning under de närmaste åren. Man kan senare frångå prissättning, om man konstaterar att dess inverkan är obetydlig. Prissättning tillämpas närmast vid förplanering av utvecklingsprojekt och vid undersökning av inverkan av vägunderhållsprogram.

Förord

Vägverkets styrelse gjorde i augusti 1990 ett principbeslut om att i vägprojektens samhällsekonomiska kalkyler inkludera kostnader för skadeverkan förorsakad av buller och avgaser. Vägstyrelsen tillsatte i oktober 1990 en arbetsgrupp med uppgift att uppgöra en specificerad framställning om grunderna och metoderna för prissättning av skadeverkan.

Arbetsgruppen bestod av miljöskyddsombudsman *Benny Hasenson* från Industrins Centraförbund, överinspektör *Antero Honkasalo* från miljöministeriet, specialforskare *Olavi Koskinen* från trafikministeriet, överinspektör *Juha Pyötsiä* från social- och hälsovårdsministeriet samt biträdande direktör *Pauli Velhonoja* (ordf.) och planerare *Mervi Karhula* (sekr.) från vägstyrelsen.

I enlighet med sin uppgift undersökte arbetsgruppen de skadeverkningar som bullret och avgaserna från vägtrafiken förorsakar samt möjligheterna att värdera dessa i monetära termer. Arbetsgruppen behandlade inte värdering av vägtrafikens övriga miljöpåverkningar.

Arbetsgruppen lät göra följande utredningar, vilka har publicerats i vägverkets publikationsserier:

Maksuhalukkuuden soveltuminen tiehankkeen vaikutusten arvottamiseen / Liiketaloudellinen tutkimuslaitos (TIEL 3200039). (Värdering av inverkan från vägprojekt utgående från metoder baserade på betalningsvilja / Företagsökonomiska Forskningsinstitutet).

Tieliikenteen päästöjen haittojen kustannukset / Ekono Ympäristötekniikka (TIEL 40000007). (Kostnader för skadeverkan av vägtrafikens utsläpp / Ekono Miljöteknologi).

Tieliikenteen melun ja pakokaasujen terveys- ja viihtyvyshaittojen arviointi / Kansanterveyslaitos (TIEL 4000010). (Uppskattning av vägtrafikbullrets och -avgasernas hälso- och trivseffekter / Folkhälsoinstitutet).

Vägverkets utvecklingscentral tackar alla parter som deltagit i arbetet och dess slutförande för den aktiva och sakkunniga insatsen.

Helsingfors, januari 1992

Vägstyrelsen
Utvecklingscentralen

Innehåll

SAMMANDRAG	3
FÖRORD	5
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	6
1 INLEDNING	7
2 GJORDA UTREDNINGAR	8
2.1 Prissättning av buller och avgaser utomlands	8
2.2 Principer för värdering av skadeverkan	10
2.3 Metoder för bestämning av skadeverkan	13
3 KOSTNADER FÖR BULLER OCH UTSLÄPP	15
3.1 Kostnader för skador förorsakade av avgaser och buller år 1989	15
3.2 Metoder som använts vid uppskattning av avgasernas och bullrets kostnader	17
4 PRISSÄTTNINGSPRINCIPER VID VÄGPLANERING	20
4.1 Avgaser	20
4.2 Buller	23
4.3 Samhällsekonomiska beräkningar	24
5 SAMMANDRAG OCH ARBETSGRUPPENS FÖRSLAG	27
6 LITTERATURFÖRTECKNING	29
7 BILAGOR	

BILAGA 1. Kostnader för skadeverkan av vägtrafikens utsläpp
Sammandrag gjort av Ekono Miljöteknologi

1 INLEDNING

Vid samhällsekonomisk evaluering av vägprojekt beaktas i dagens läge byggnads-, underhålls- och körkostnader. Körkostnaderna består av olycksfalls-, tids- och fordonskostnader. I några vägprojekt har även projektets inverkan på sysselsättning och näringslivsfunktioner uppskattats. Kostnaderna för miljöpåverkan har inte beaktats.

Eftersom skadeverkan förorsakad av vägtrafikens buller och avgaser ökat, har det i flera sammanhang framförts, att även de kostnader som skadeverkan förorsakar borde beaktas vid jämförandet av projektens fördelaktighet. Framförallt vid jämförandet av olika trafikformers fördelar och nackdelar har man velat inkludera skadeverkningarnas kostnader i utvärderingen.

Den andra parlamentariska trafikkommittén framlade på våren 1991, att omfånget av de miljöskadeverkningar som trafiken förorsakar och det ekonomiska värdet för skadeverkningarna bör undersökas i en omfattande utredning som grundar sig på finländska förhållanden /1/. Kommittén förutsatte också, att man bör utföra en omfattande samhällsekonomisk utredning av samtliga trafikformers stora utvecklingsprojekt, i vilken projektens fördelar och nackdelar utvärderas. Vid evaluering av fördelar och nackdelar bör man beakta bl.a miljöpåverkan. För- och nackdelarna bör i kommitténs tycke i så stor utsträckning som möjligt uppskattas i monetära termer.

2 GJORDA UTREDNINGAR

2.1 Prissättning av buller och avgaser utomlands

På våren 1990 utreddes de metoder som används av vägverken i andra länder för att utvärdera kostnader för miljöpåverkan /2/. I Sverige, Danmark och Tyskland uppskattas bullrets och avgasutsläppens kostnader för vägprojekt. De metoder som används i olika länder skiljer sig märkbart från varandra. Metoderna baserar sig på grova utgångsdata beträffande skadeverkningarnas natur, deras omfattning och de kostnader skadeverkningarna ger upphov till. Skadeverkningarnas enhetspriser har höjts i takt med att man har fått djupare insikt, men de i olika länder använda priserna skiljer sig från varandra med en dekad. I Norge uppskattas kostnaderna för buller men inte för avgaser. I Storbritannien utreder man möjligheten att värdera buller, utsläpp och andra miljöpåverkande faktorer.

Då man definierat kostnaderna för bullrets och avgasernas kostnader har man antingen utgått från kostnaderna för att förhindra skadeverkning eller från de ekonomiska förluster som skadeverkningarna förorsakat.

I metoderna uppskattas det antal människor i närheten av vägen som utsätts för buller och förorening. I en del av metoderna uppskattas utsläppens inverkan på försmurningen och det jordnära ozonet samt de kostnader som dessa förorsakar. I uppskattningarna har inte ingått kostnader som klimatförändringar ger upphov till.

Det svenska vägverket använder 7 000 SEK/utsatt person som enhetspris för personer som störs av buller, medan man i Norge använder enhetspriset 10 100 NOK/utsatt person. I det svenska vägverket använder man 15 500 SEK/utsatt person som enhetspris för personer som uppfattar avgaserna vara störande. Man uppskattar att de personer utsätts som bor på bostadsområden där buller- och koncentrationsnivåerna överstiger riktvärdena. Enhetspriset för kväveoxider är 18 000 SEK/ton NO_x. Alla ovannämnda kostnader är kostnader på årsnivå år 1990. I Sverige uppskattar man att de korrosionskostnader i tätorterna som vägtrafiken ger upphov till förorsakas av utsläpp från tunga fordon. Enhetspriset är 0,06-0,14 SEK/körkilometer.

År 1990 gjorde OECD en utredning, i vilken estimerades de kostnader som vägtrafikens buller, utsläpp och olyckor förorsakar samhället /3/. Data fanns tillgängligt endast från några länder. Kostnaderna bestämdes antingen utgående från kostnader för att minska skadeverkan (bullerskydd, katalysatorer) eller utgående från de ekonomiska förluster som skadorna förorsakar (sjukvårdskostnader, minskningen av skogens avkastning).

Medelvärdet för totalkostnaderna för vägtrafikens utsläpp i de olika länderna var ca 0,4 % av bruttonationalprodukten. De tunga fordonens skadeverkan uppskattades vara tre gånger större än skadeverkan av en personbil. I uppskattningarna ingår inte kostnader förorsakade av klimatiförändringar. Medelvärdet för de kostnader som bullret från vägtrafiken förorsakar var 0,1 % av BNP. Det finns tydliga skillnader mellan kostnaderna i olika länder, vilka delvis beror på skillnaderna i använda metoder. Till exempel har man i Tyskland uppskattat, att kostnaderna för buller huvudsakligen förorsakas av fastigheternas värdeminskning och i mindre utsträckning av den störning som människor upplever. Avgasernas kostnader i EG-länderna har kalkylerats utgående från kostnader för förebyggande åtgärder. Vägtrafikolyckornas kostnader utgjorde i medeltal 2 - 2,4 % av BNP.

Tabell 1: Uppskattning av de samhälleliga kostnader som förorsakas av vägtrafikens avgasutsläpp och buller i olika länder i slutet av 80-talet /3/.

Land	Andel av BNP (%)	
	AVGASER	BULLER
Holland	0,15 - 0,2	0,02 - 0,1
Tyskland	0,4	1,0
Frankrike	0,07 - 0,17	0,08 - 0,2
England	0,16	-
EG-länderna	0,5	-
Norge	-	0,06

I Sverige har man uppskattat de samhälleliga kostnaderna för vägtrafikens buller och avgasutsläpp på två olika sätt. I medlet av 80-talet värderades skadorna utgående från resursförluster. Avgasernas kostnader var 520 - 1 820 milj. SEK i året. För tillfället uppskattas avgasernas kostnader i huvudsak utgående från kostnader för att minska utsläppen. Sveriges regering har gjort ett principbeslut, enligt vilket reningstekniken för kväveoxider från energianläggningar anses lönsam för samhället, om kostnaden är lägre än 40 SEK/kg NO_x. För kväveoxider från vägtrafiken används samma enhetspris och för övriga utsläpp från vägtrafiken (koloxid, kolväten, svaveldioxid och partiklar) bestäms enhetspriserna utgående från toxicitetskoefficienter. Toxicitetskoefficienterna bestäms på basen av föroreningarnas inverkan. För koldioxid användes enhetspriset 0,25 SEK/kg CO₂. Utgående från dessa definitioner var totalkostnaderna för vägtrafikens avgasutsläpp 17,2 miljarder kronor år 1989, av vilket inverkan på naturen svarade för 8,8 mrd SEK, hälsoeffekterna 3,8 mrd SEK och klimatiförändringarna 4,7 mrd SEK /4/. Avgasernas kostnader utgör 1 % av bruttonationalprodukten och koldioxidutsläppens kostnader 0,4 %. Vägtrafikbullrets kostnader var 2,8 mrd SEK, mao 0,2 % av BNP. Kostnaderna har uppskattats utgående från kostnader för bullerbekämpning.

2.2 Principer för värdering av skadeverkan

Vid värdering av skadeverkan förorsakad av vägtrafikens buller och avgaser kan man utgå från följande principer:

- förebyggande / minskning,
priset för att nå en önskad utsläpps- eller bullernivå; kostnader förorsakade av bullerbekämpning och avgasrening
- betalningsvilja,
hur mycket är människorna villiga eller samhället berett att betala för en bättre miljö, t.ex. för en minskning av utsläpp och buller
- resursförluster,
de ekonomiska förluster som uppstår i samband med skadeverkan förorsakad av utsläpp och buller. Dessa kan uppstå som en följd av lägre avkastning från skogen, sjukvård, nedsmutsning osv.

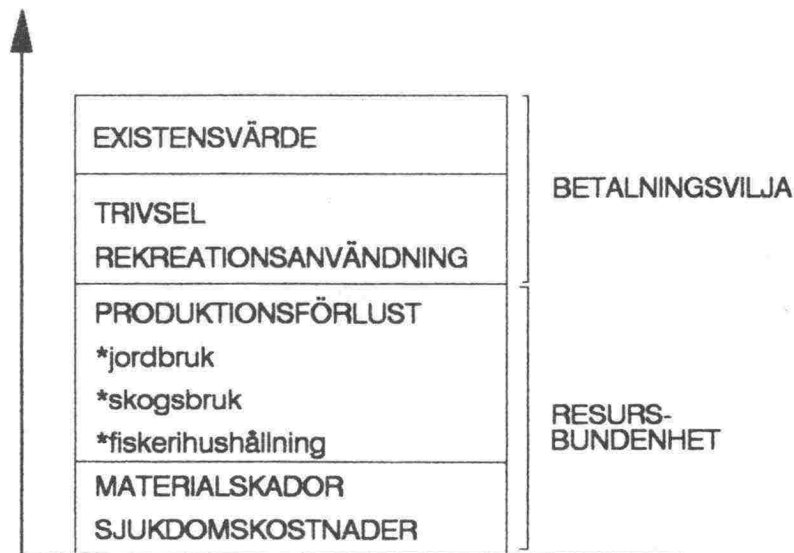
Som underlag för prissättningsarbetsgruppens förslag utreddes principerna för värdering i två skilda projekt. Ytterligare samlades data om kostnader för minskning av buller och avgaser i Finland.

Företagsekonomiska Forskningsinstitutet utredde användningen av betalningsvilja som metod vid prissättning av skadeverkan förorsakad av buller och avgaser /5/. Samtidigt utreddes lämpligheten av betalningsvilja som metod vid bestämmandet av olycksfalls- och tidskostnader.

Bullrets och utsläppens samhälleliga inverkan kan indelas i materiell och immateriell inverkan. **Materiell nytta** av en sänkning av luftföroreningsnivån är närmast ökad avkastning från skogsbruk, jordbruk och fiskerihushållning, befriade resurser inom sjukvården, minskad produktionsförlust förorsakad av sjukdomsfall och minskat behov av materialreparationer.

Värdet av materiell nytta bör utredas utgående från resursförluster.

Immateriell nytta av en sänkning av luftförorenings- och bullernivån är ökad trivsel, ökat rekreativvärde för skogs- och vattenområden samt bättre bibehållna historiska byggnader och monument. På grund av att dessa fördelar är av subjektiv karaktär kan de närmast värderas med hjälp av metoder baserade på betalningsvilja /5/.



Figur 1: Princip för värdering av miljöskadeverkning

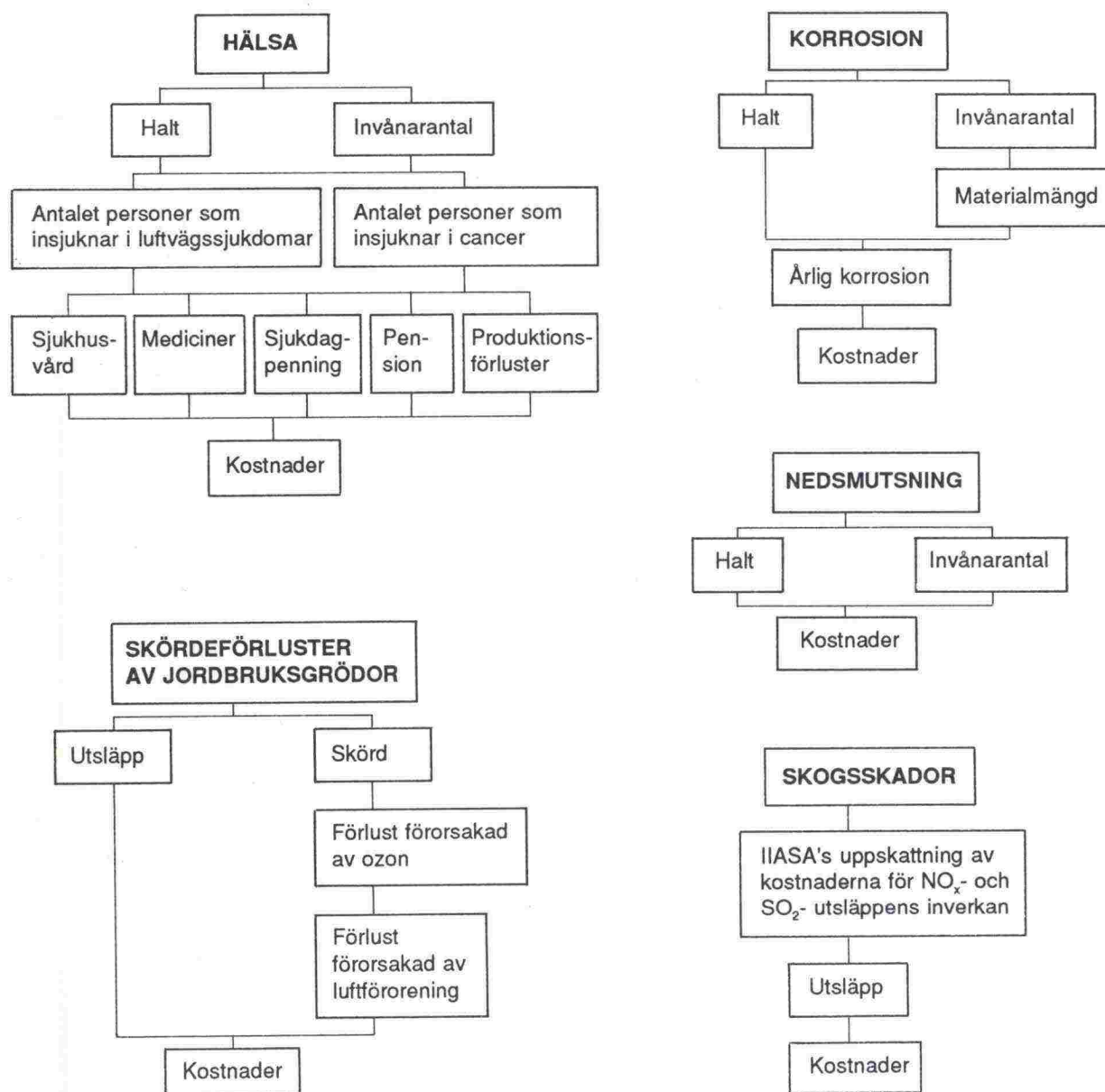
Betalningsvilja har i någon mån använts för att uppskatta kostnaderna för miljöinverkan. Studier som enbart skulle behandla vägtrafik har inte gjorts. I Tyskland, Norge och Holland har man gjort gallupundersökningar om vad människor är villiga att betala för att luftkvaliteten skulle förbättras inom ett visst område. Trafiken har ingått som en på luftkvaliteten inverkande faktor.

Ekono Miljöteknologi utförde en värdering av de skadeverkningar som vägtrafikens avgaser förorsakar utgående från resursförluster. I utredningen värderades enbart kostnaderna för luftföroreningens materiella inverkan. I utredningen beräknades de kostnader som vägtrafikens utsläpp förorsakade i Finland år 1989 utgående från tillgängliga uppgifter om luftföroreningens verkningar /6/.

Av de skador som vägtrafikens utsläpp förorsakar studerades korrosionen, nedsmutsningen, hälsoeffekterna samt förlusterna av skogens och åkrarnas avsättning. Vid utvärdering av luftföroreningens skadeverkan användes dos-respons samband främst från utländska undersökningar. Omfattningen av skadorna som förorsakas av den finländska vägtrafikens utsläpp estimerades utgående från de utsläppsmängder, den föroreningshalt och det nedfall som vägtrafiken ger upphov till. Kostnaderna för skadeverkan beräknades på basen av Finlands kostnadsnivå och i prisnivån för år 1989.

Enligt gjorda kalkyler är de kostnader som vägtrafikens utsläpp gav upphov till ca 1,2 miljarder mark år 1989 (se bilaga 1) /6/. I beräkningarna har man varit tvungen att göra flera antaganden och generaliseringar, varför kostnaderna utgör en grov uppskattning av utsläppens kostnader. I Ekono's beräkningar ingår inte kostnader för globala effekter eller trivseffekter. Vid uppskattningen av kostnader utfördes känslighetsanalyser, vilkas inverkan på totalkostnaderna studerades.

I utredningen kalkylerades de olika utsläppskomponenternas andel av totalkostnaderna. Kostnader uppskattades för kväveoxider, kolväten, svaveldioxid, partiklar och för ozon som bildats av utsläppen. Dessa uppgifter utnyttjades vid uppskattningen av utsläppens enhetskostnader. I Figur 2 har de vid kostnadsberäkningen använda utgångsuppgifterna införts. Man var tvungen att använda en del av dessa faktorer som hjälp vid utformningen av utgångsdata. T.ex vid uppskattning av korrosionseffekter har man utgående från befolkningsmängden kalkylerat materialmängderna i tätorterna.



Figur 2: Utgångsdata som använts vid uppskattning av avgasernas skadeverkan och skadeverkningarnas kostnader.

2.3 Metoder för bestämning av skadeverkan

Vid planering av vägprojekt strävar man till att använda enhetliga metoder för uppskattning av miljöpåverkan. I samband med detta utreds vägprojektets trafikinverkan på bl.a bullernivåer, utsläppsmängder, föroreningshalter och antalet utsatta. Beträffande bullrets och avgasernas inverkan görs en kvalitativ uppskattning. I en kvalitativ uppskattning utreds betydelsen av projektets inverkan på förändringar i omgivningens tillstånd. Vägprojektalternativens inverkan jämförs sinsemellan och man bedömer, hur olika alternativ uppfyller de miljökrav som ställts på projektet. Från effektstudier som utförts i planeringsskedet erhålls utgångsdata för uppskattning av bullrets och avgasernas kostnader.

Vägprojektens utsläpp uträknas med hjälp av Kehar-programmet eller med hjälp av motsvarande modeller. Modellerna för beräkning av utsläpp har utvecklats så, att körförhållandena och bilarnas tekniska utveckling kan beaktas i kalkylerna. För beräkning av de halter som utsläppen ger upphov till finns det att tillgå skilda modeller för gator och landsvägar /7/. Anvisningar för beräkning av bullernivåer har getts åt planerarna /8/.

På uppdrag av vägstyrelsen utreder laboratoriet för samhälls- och byggnadsplanering vid Statens tekniska forskningscentral VTT en metod, med hjälp av vilken antalet invånare på bullerområden kan uppskattas både i närheten av den nuvarande vägen och den kommande vägen. Befolkningsmängderna vid nuvarande landanvändning uträknas med hjälp av uppgifter från befolkningsregistercentralen och befolkningsmängderna vid framtida landanvändning uppskattas utgående från generalplanen. Anvisningarna för användningen av metoden blir färdiga på våren 1992.

Menliga effekter av trafikbuller är störning av sömn och vila, störning av samtal och koncentrationskrävande arbete samt irritation som hör samman med dessa effekter. Avgasernas menliga inverkan på människor utgörs av olika sjukdomar och försämrad trivsel. Försämrad trivsel förorsakas av avgasernas lukt, av sämre sikt och av nedsmutsning.

I en norsk undersökning studerades i vilken utsträckning människan upplever olägenheter vid olika avgashalter. Av de intervjuade ansåg 25 % att avgaserna var mycket störande vid kolmonoxidhalter på 3 mg/m³ och 55 % ansåg dem vara något störande /9/. Kolmonoxid användes som indikator för att beskriva halterna av avgasernas olika föreningar. I Norge har man med hjälp av gallupundersökningar undersökt störningen vid olika bullernivåer i slutet av 80-talet /10/.

Tabell 2: Antalet personer som anser sig bli störda vid olika bullernivåer enligt en norsk undersökning /10/.

Bullernivå L_{Aeq} dygn	Stör av- sevärt (%)	Stör något (%)	Stör inte (%)
< 55 dB	10	20	70
55-65 dB	33	33	33
> 65 dB	50	25	25

Folkhälsoinstitutet utredde avgasernas och bullrets hälsoeffekter, bedömde i olika länder använda metoder för bestämning av bullrets och avgasernas hälsoeffekter samt skisserade en modell som lämpar sig för finländska förhållanden /11/.

I de utländska modellerna beräknas föroreningshalterna och bullernivåerna i trafikledens närhet och antalet utsatta personer uppskattas. Som gränsvärden för skadeverkningar har använts riktvärden för luftkvalitet och buller i respektive länder.

Folkhälsoinstitutet föreslår att bullrets inverkan skall betraktas timvis, med beaktande av bl.a ekvivalentnivåer, maximumnivåer, antalet bullerincidenter, deras förekomstfrekvens och längd. Framförallt nattetid är bullrets maximumnivå och bullerincidenternas antal ofta viktigare karakteristika än ekvivalentnivån. I rapporten konstaterar man ytterligare, att man i det fall att det inte finns stora skillnader mellan trafiksammansättningen i de olika projekterna kan beskriva skadeverkningen utgående från enbart ekvivalentnivån, då nivåerna kalibreras i förhållande till varandra /11/.

Vid undersökning av avgasernas hälso- och trivseffekter föreslår Folkhälsoinstitutet uppskattning av kvävedioxid- och kolmonoxidhalterna. På grund av Finlands kalla klimat och föroreningskomponenternas samverkan och trivselnedsättande effekt, borde den undre gränsen för skadeverkan vara 1 - 3 mg/m³ som åtta timmars värde för kolmonoxidhalten. Härvid antas, att kolmonoxidhalten beskriver inverkan av samtliga föroreningskomponenter /11/.

3 KOSTNADER FÖR BULLER OCH UTSLÄPP

3.1 Kostnader för skador förorsakade av avgaser och buller år 1989

Prissättningsarbetsgruppen har utgående från gjorda utredningar uppskattat de kostnader som förorsakats av buller och avgaser i Finland år 1989. Skadeverkningarnas kostnader estimerades med undantag av kostnaderna för klimatförändringar på basen av de ekonomiska förluster de ger upphov till. Kostnaderna för klimatförändringar uppskattades utgående från de avgifter som skulle behövas för att få ökningen av koldioxidutsläpp att upphöra. Vid uppskattningen av kostnader var man tvungen att göra flera antaganden och generaliseringar.

Enligt prissättningsarbetsgruppens uppskattning var kostnaderna 4,5 miljarder mark för de skadeverkningar som bullret och avgaserna gav upphov till år 1989. Avgasernas andel var 2,9 miljarder mark och bullrets 1,6 miljarder mark. I kostnaderna ingår såväl de kostnader som hänför sig till gatutrafik som kostnader för trafik på allmänna vägar.

Tabell 3: Uppskattning av kostnader för de skadeverkningar som vägtrafikens buller och avgaser gav upphov till i Finland år 1989.

AVGASER	milj. mk
Sjukdomar	260
Nedsmutsning	410
Korrosion	40
Förlust av skogsavkastning	220
Skördeförluster	220
Trivsel*	300
Klimatförändring**	1 500
SAMMANLAGT	2 900
BULLER	
Trivsel	1 600
SAMMANLAGT	4 500

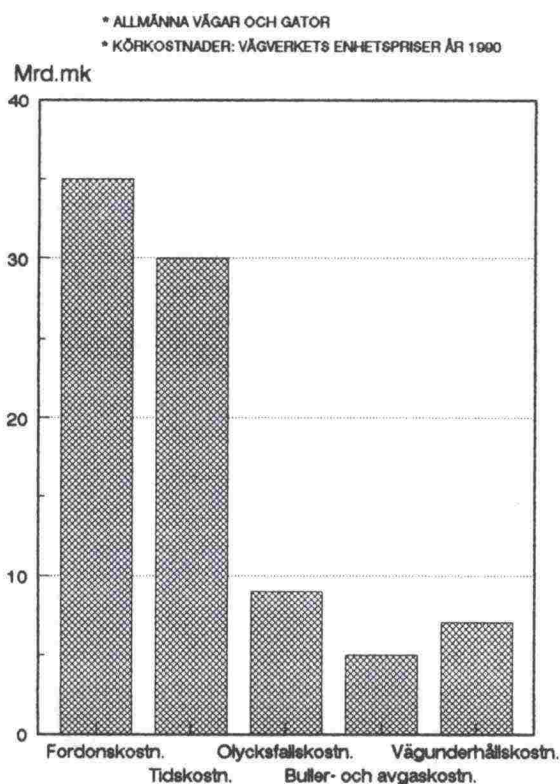
* Prissättningsarbetsgruppens egen uppskattning

**Uppskattat utgående från de styrmedel som skulle behövas för att få ökningen av CO₂-utsläpp att upphöra /13/

Finlands bruttonationalprodukt var 495 miljarder mark år 1989. Sålunda utgjorde avgasutsläppens kostnader 0,3 % av BNP och koldioxidutsläppens kostnader 0,3 % av BNP. OECD gjorde år 1990 en uppskattning, enligt vilken avgasernas kostnader i de olika länderna i medeltal var 0,4 % av BNP. I OECD's skattning ingår inte klimatförändringar. Beträffande avgaserna motsvarar prissättningsarbetsgruppens uppskattning medelnivån i OECD.

Kostnaderna för skadeverkning förorsakad av buller var 0,3 % av BNP. Enligt OECD's uppskattning var kostnaderna i medeltal 0,1 % av BNP och variationerna i kostnader var stora (jfr tabell 1). Skillnaderna beror främst på att olika principer använts vid kostnadsberäkningen. De kostnader som bullrets skadeverkan ger upphov till är på samma nivå som i Sverige.

Körkostnaderna för väg- och gatutrafik var 75 mrd. mark år 1989. Kostnaderna har beräknats utgående från vägverkets enhetspriser år 1990 och med hjälp av uppgifter om olycksfall och trafikmängder år 1989. Tidskostnaderna var 30 mrd. mark, fordonskostnaderna 35 mrd. mark och olycksfallskostnaderna 9,5 mrd. mark. Bullrets och avgasernas kostnader var 4,5 mrd. mark, mao 6 % av körkostnaderna. Trafikprestationen på allmänna vägar och gator var 39 mrd. kilometer år 1989, varvid buller- och avgaskostnaderna per körkilometer var i medeltal 11 penni/km.



Figur 3: Kör-, miljö och vägunderhållskostnader år 1989 (allmänna vägar och gator).

3.2 Metoder som använts vid uppskattning av avgasernas och bullrets kostnader

Från den utländska litteraturen erhöles ganska rikligt med uppgifter om luftföroreningens och bullrets effekter samt om tillvägagångssätt på vilka skadeverkningarnas kostnader kan bestämmas utgående från ekonomiska förluster. Vid uppskattning av de skador som avgaserna ger upphov till och de kostnader dessa förorsakar var man tvungen att göra flera antaganden. Motiveringarna för de antaganden som gjorts i estimaten samt brister i tillgängligt dataunderlag har rapporterats skilt /6/.

Arbetsgruppen estimerade kostnaderna för trivseffekter. Kostnaderna för klimatförändringar kunde inte uppskattas utgående från resursförluster. Vid evaluering av vägbullrets skadeverkan och deras kostnader har man använt samma princip som tillämpades i en utredning som gjordes åt trafikministeriet år 1988 /12/.

Luftföroreningskomponenternas halter har med undantag av situationen i städernas centra i allmänhet understigit de riktvärden för luftkvalitet som givits på hälsomässiga grunder. Avgaserna ökar emellertid tillsammans med övrig luftförorening insjukningsrisken. Vid skattning av vägtrafikens kostnader har man antagit att avgaserna årligen ger upphov till 80 lungcancerfall. Ytterligare antog man att luftföroreningen årligen svarar för 25 % av antalet patienter med sjukdomar i andningsvägarna. Vägtrafiken svarar för ca hälften av de totala kostnader som luftföroreningen förorsakar i form av sjukdomar i andningsvägarna. Beaktade sjukdomsbetingade kostnader är kostnader för sjukhus- och öppenvård, kostnader för mediciner, sjukdagpenningar, arbetsoförmögenhetspensioner samt arbetsgivarnas produktionsförluster. Kostnaderna för de **sjukdomar** som avgaserna förorsakar uppskattades till 260 milj. mark år 1989 /6/. I skattningen ingår inte förlust av välfärd som en följd av sjukdom eller eventuell död.

Nedsmutsning och korrosion som förorsakats av avgaser förekommer i tätorter och städer. Totalkostnaderna för dessa skadeverkningar var 450 milj. mk år 1989 /6/. Kostnaderna har uppskattats utgående från förnyelse-, målnings- och rengöringskostnader. Kostnaderna för nedsmutsning har uppskattats utgående från hushållens ökade städbehov. Olägenheterna av nedsmutsning är av samma slag som trivselolägenheterna.

De kostnader som uppstår som en följd av **skogsskador och minskad skogsavkastning** förorsakade av luftförorening uppskattades utgående från beräkningar gjorda av det internationella forskningscentret IIASA. Vid kostnadsestimeringen har man antagit, att 70 % av den skadeverkan luftföroreningen förorsakar beror på svavel- och kvävenedfall och att 30 % beror på andra föroreningskomponenter /6/.

Vägtrafikens kostnader har uppskattats utgående från uppgifter om avgasernas deposition. Förlusterna av skogens avkastning var 220 milj. mk år 1989.

De av luftföroreningen förorsakade **skördeförlusterna** uppskattades utgående från en svensk rapport om de skördeförluster av odlingsgrödor som ozonet ger upphov till. Ytterligare antog man, att ozonet förorsakar hälften av skördeförlusterna, varvid totalkostnaderna är två gånger så stora som kostnaderna förorsakade av ozon /6/. Vägtrafiken förorsakade år 1989 skördeförluster beträffande åkerbruk till ett värde av 220 milj. mk.

I koldioxidkommitténs betänkande /13/, som blev färdig i juni 1991 konstateras, att en skatt på 150 mark per koldioxidton (36 p/liter bensin, 39 p/liter dieselolja) kunde vara tillräcklig för att få ökningen av koldioxidutsläpp att upphöra. Detta förutsätter, att man i samtliga industriländer bedriver en enhetlig politik. I kommitténs betänkande konstateras, att de samhälleliga kostnaderna i form av produktions- och inkomstförluster skulle vara mindre än de kostnader som skatten skulle medföra. Vägtrafikens koldioxidutsläpp var 10 milj. ton år 1989, varvid de kostnader som **förorsakades av klimatförändringar** uppgick till 1 500 milj. mark. Kostnaderna återspeglar delvis samhällets betalningsvilja. Sålunda skiljer sig denna värderings grunder från de principer som använts vid värdering av andra skadeverkningar.

Kostnaderna för **försämrad trivsel** förorsakad av avgaser kan utvärderas närmast med hjälp av gallupundersökningar. Resultat för dylika undersökningar finns inte att tillgå i Finland och inte heller utomlands. I Norge har man i medlet av 80-talet gjort gallupundersökningar om störning förorsakad av avgaser och resultaten visar klart att avgaserna förorsakar försämrad trivsel /9/. I prissättningsarbetsgruppen strävade man till att bestämma trivseffekternas storleksordning och man kom fram till ett estimat på 300 milj. mark. Uppskattningen baserar sig på sjukdomskostnaderna och på uppfattningen att avgasernas trivseffekter är av samma storleksordning som hälsoeffekterna.

Vägtrafikens **bullereffekter** består närmast av trivseffekter. Det är svårt att skilja åt kostnader för bullrets hälso- och trivseffekter. För att kunna uppskatta de totalkostnader som bullret förorsakar behöver man uppgifter om antalet personer bosatta på trafikens bullerområden. Enligt en utredning som Statens tekniska forskningscentral VTT gjorde åt trafikministeriet år 1988 bodde 840 000 människor på bullerområden med en ljudnivå på över 55 dB /12/. Bullerkostnaderna uppskattas på basen av antalet invånare som anser sig störas. I prissättningsarbetsgruppens estimat baserar sig antalet personer som störs av buller vid olika bullernivåer på de gallupundersökningar som utförts i Norge i slutet av 80-talet /10/. Vid uppskattningen av kostnader har man ansett att skadeverkan uppkommer då människan uppfattar bullret som betydligt störande (jfr. tabell 2). På bullernivåer 55-65 dB har antalet personer som störs av buller ökats jämfört med de värden som använts i den åt trafik-

ministeriet (TM) gjorda utredningen. I utredningen som gjordes åt trafikministeriet grundade sig antalet personer som störs av buller på uppskattningar använda av det svenska vägverket.

Tabell 4. Uppskattning av antalet personer bosatta på de allmänna vägarnas och gatornas bullerområden samt antalet personer som uppfattade bullret vara störande år 1989 /10,12/.

dB	Bosatta	Personer som störs av buller	
		andel	antal
55-65	588 000	33 %	194 000
65-70	210 000	50 %	105 000
70-	42 000	100 %	42 000
Summa	840 000		341 000

Bullrets trivseffekter kan värderas närmast utgående från betalningsvilja. Resultat från sådana utredningar finns inte att tillgå och därför beslöt sig prissättningsarbetsgruppen för att vid kostnadsuppskattningen använda sig av samma princip som tillämpats i den åt trafikministeriet gjorda utredningen /12/. Bullrets störande effekt uppskattades utgående från störningens längd och de tidsenhetsvärden som vägverket använder. Man antog att bullret förorsakar störningar 15 gånger i dygnet och att störningarnas sammanlagda längd är 15 minuter. En del av störningarna antogs inträffa på arbetstid och en del under fritid. Vid kostnadsestimeringen har enhetspriser för respektive tidstyp använts. Härvid uppgår kostnaderna för en person som störs av buller till 4 900 mark per år. Kostnaderna har estimerats utgående från vägverkets enhetsvärden år 1990. Bullrets enhetskostnad är av samma storleksordning som de i Norge och Sverige använda värdena. Det enhetspris som används i Sverige har uppskattats utgående från kostnader för bullerbekämpning.

Bullrets totalkostnader är 1 600 milj. mk på basen av den skadeverkan som bullret åstadkommer. Härvid har man antagit, att antalet personer bosatta på bullerområdena invid gator och allmänna vägar uppgår till 840 000 och att 341 000 personer anser sig bli störda av buller.

I den bullerutredning av allmänna vägar som vägverket lät göra år 1991 uppskattades, att ca 350 000 personer är bosatta vid de allmänna vägarnas bullerområden med nivå 55 dB /14/. Estimaten är av samma storleksordning som det som utfördes åt TM år 1988. De allmänna vägarnas andel beräknades inte skilt i TM's utredning. Enligt de principer som framlagts av prissättningsarbetsgruppen finns det invid allmänna vägar 125 000 personer som uppfattar bullret vara störande. Bullereffekternas kostnader är 620 milj. mk.

4 PRISSÄTTNINGSPRINCIPER VID VÄGPLANERING

Bullrets och avgasernas skadeverkan bör vid vägplanering prissättas utgående från ekonomiska förluster och människors betalningsvilja. Betalningsvilja bör användas vid värdering av bullrets och avgasernas trivseffekter. Det finns inte resultat att tillgå om människors betalningsvilja vare sig i Finland eller i andra länder. Sålunda används prissättningsarbetsgruppens uppskattningar vid värdering av bullrets och avgasernas trivsel-effekter. I framtiden bör utredningar baserade på betalningsvilja utföras.

De gjorda estimaten av bullrets och avgasernas kostnader hänför sig till den skadeverkan som nuvarande belastning ger upphov till. De förändringar som inträffar i miljöns tillstånd och den förbättrade kännedomen om orsakerna till miljöpåverkan kommer med jämna mellanrum att förutsätta kontroll av beräkningsgrunder och enhetspriser.

4.1 Avgaser

I samband med utvärdering av ett vägprojekts miljöpåverkan utreds de utsläppsmängder som trafiken ger upphov till och de halter som utsläppen förorsakar i närheten av vägen. Utsläppsberäkningarna görs beträffande kolmonoxid, kväveoxider, kolväten, partiklar och koldioxid. Uppskattning av halter görs vad beträffar kvävedioxid och kolmonoxid. Vid beräkning av utsläppsmängder och halter beaktas minskningen av fordonens utsläppsmängder i framtiden. Sålunda minskar utsläppen i framtiden från nuvarande nivå trots att trafikmängden ökar.

Den miljö i vilken utsläppen emitteras är avgörande för hurdana skadeverningar avgaserna förorsakar. **Prissättningsarbetsgruppen valde en metod, i vilken prissättning av avgaser vid vägprojekt utförs utgående från utsläppsmängder.** I samband med uppskattningen av miljöpåverkan beaktas även utsläppens inverkan på olika miljöer. I takt med att kunskaperna förbättras bör prissättningsmetoden omvärderas och inverkan av olika miljöer på de kostnader som avgaserna förorsakar bör utredas.

De koloxid- och kvävedioxidhalter som vägtrafiken ger upphov till kommer i framtiden troligen vid stora trafikmängder att understiga de nu ikraftvarande på hälsomässiga grunder givna riktvärdena för luftkvalitet. Halterna sjunker redan som en följd av fordonsteknikens utveckling.

Folkhälsoinstitutet föreslog att koloxidhalten 1-3 mg/m³ skulle betraktas som undre gräns för förekomsten av trivseffekter. Härvid återspeglar koloxidhalten även inverkan av de andra föroreningskomponenterna. Antalet personer i närheten av trafikled som utsätts för avgaser blir också utgående från dessa värden ganska litet i framtiden. Det är närmast människor i omedelbar närhet av städernas huvudtrafikleder som utsätts för dessa halter. Det finns inga betydande skillnader i antalet personer som utsätts för avgaser vid olika vägprojektalternativ.

Totalkostnaderna för de skadeverkningar som vägtrafikens avgaser förorsakar kan fördelas på olika föroreningskomponenter på basen av gjorda undersökningar /6/. Kväveoxider och kolväten bildar ozon i luften. Det ozon som ett vägprojekts trafik ger upphov till kan inte studeras i form av utsläppsmängd. Kostnaderna för de skadeverkningar som det av vägtrafikutsläpp bildade ozonet förorsakar, 210 milj. mark, har av denna orsak fördelats på kväveoxider och kolväten. Kostnaderna för trivseffekter, 300 milj. mk, har fördelats på kväveoxider, kolväten och partiklar. I tabell 5 har presenterats kostnaderna för vägtrafikens olika utsläppskomponenter år 1989. Kostnaderna för den skadeverkan som förorsakas av koloxid och svaveldioxid är så små, att de inte har någon väsentlig inverkan på totalkostnaderna. Utgående från dessa uppgifter kan de olika utsläppskomponenternas enhetskostnader (mk/ton) eller fordonsspecifika kostnader (p/körkm) bestämmas.

Tabell 5: Vägtrafikens utsläppsmängder och en uppskattning av de olika utsläppskomponenternas kostnader i Finland år 1989.

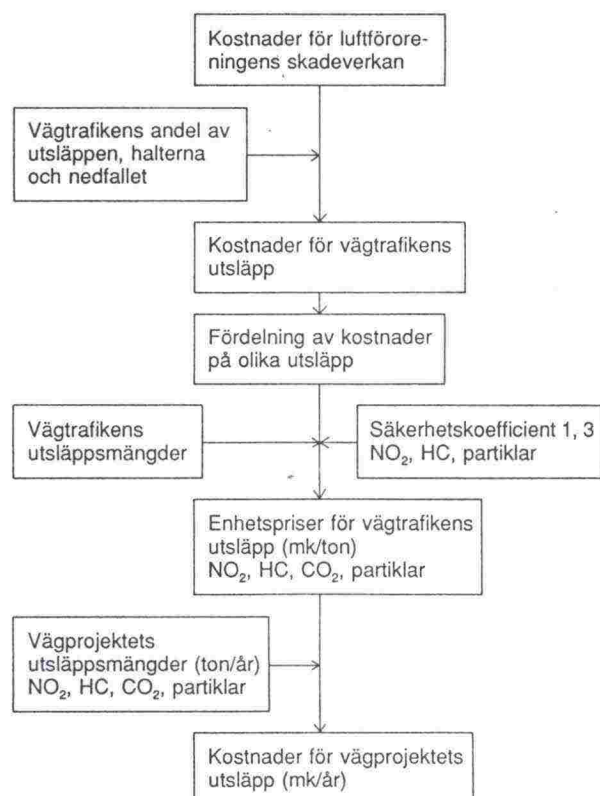
	Kväveoxider milj. mk/år	Kolväten	Partiklar	Koldioxid
Sjukdomar	68	32	160	
Nedsmutsning			410	
Korrosion	21			
Skogar	114	57	27	
Åkrar	112	83	13	
Trivsel	100	100	100	
Klimatförändring				1500
VÄGTRAFIKENS KOSTNADER 1989				
milj. mk/år	415	272	710	1500
VÄGTRAFIKENS UTSLÄPP 1989				
ton/år	123 000	40 700	11 600	10 000 000

Vid uppskattning av avgasernas kostnader strävade man till att beräkna kostnaderna för så många skadeverkningar som möjligt. Det finns emellertid faktorer, som man ännu inte känner, eller vilkas effekt är liten. Av denna orsak **beslöt prissättningsarbetsgruppen att använda säkerhetskoefficienten 1,3 vid bestämmandet av enhetspriser. Koefficienten används i samband med enhetspriserna för kväveoxider, kolväten och partiklar.**

Utgående från ovan presenterade kostnader för olika utsläppskomponenter och uppgifter för fordonsspecifika utsläpp samt med beaktande av säkerhetskoefficienten kan preliminära medelvärden för de lätta och tunga fordonens enhetspriser erhållas för användning i vägplaneringen. I dagens läge är kostnaderna för bilar utan katalysator i medeltal 6,5 p/körkm vid landsvägskörning och 7,0 p/km i stadskörning. Utsläppen från katalysatorförsedda bilar är 70 - 80 % lägre än utsläppen från dagens bilar och sålunda är även kostnaderna för utsläppen lägre. Kostnaderna för dagens tunga fordon är i medeltal 27 p/körkm vid landsvägskörning och 32 p/körkm vid stadskörning. Utsläppsmängderna från tunga fordon och de kostnader som dessa förorsakar minskar i framtiden till 50 - 60 % av nuvarande värden.

Noggrannare anvisningar för hur kostnaderna för utsläppen skall kalkyleras kommer liksom de slutgiltiga enhetspriserna att fastslås under våren 1992. I figur 4 har presenterats förfarandet vid uppskattning av avgasernas kostnader i samband med vägplanering.

Figur 4: Princip för uppskattning av kostnader för avgasutsläpp vid vägplanering.



4.2 Buller

Flera av de störningar som bullret förorsakar, t.ex. avbrott i sömn, är beroende av bullernivån inomhus. Framförallt nattetid är bullrets maximumnivå och antalet bullerincidenter viktigare karakteristika än ekvivalentnivån. De är beroende bl.a. av byggnadernas isolering, andelen öppna fönster och mängden tung trafik samt den tunga trafikens hastighet nattetid. Beräkningarna av dylika bullervärden kräver avsevärt exaktare uppgifter om trafikens sammansättning än vad man i allmänhet har att tillgå. Det finns sällan betydande skillnader i trafikens sammansättning för olika vägprojektalternativ.

Dagtid kan utomhusbullret beräknas på enhetliga grunder vid vägplanering. Undersökningarna visar på ett relativt omedelbart samband mellan ekvivalentnivå och graden av störning som invånarna erfar oberoende av vilka av bullrets delfaktorer som egentligen verkar störande.

Prissättningsarbetsgruppen beslöt att vid prissättning av buller tillämpa en metod i vilken bullereffekterna i närheten av trafiklederna kalkyleras utgående från utomhusbullrets ekvivalentnivåer dagtid. Kostnaderna för bullereffekterna beräknas utgående från bullrets enhetspris och antalet invånare som uppfattar bullret vara störande.

Antalet personer som bor på bullerområden estimeras vid vägplanering med hjälp av dagsbullrets (kl 7-22) ekvivalentnivåer. Antalet personer som uppfattar bullret vara störande varierar beroende på bullernivån. Vid vägplanering räknar man med att bullret är störande vid nivåer som överstiger 55 dB och antalet personer som störs beräknas enligt följande princip: vid bullernivåer 55-65 dB störs 33 %; vid bullernivåer 65-70 dB 50 % och vid bullernivåer som överstiger 70 dB uppfattar alla bullret vara störande.

Bullrets störande effekt har uppskattats utgående från störningens längd och de enhetsvärden som vägverket använder. En del av störningen inträffar under arbetstid och en del under fritid. **Som enhetspris för bullrets skadeverkan används 5 000 mk/utsatt person i år 1991's prisnivå.**

Prissättningsarbetsgruppen beslöt att använda norska uppskattningar av bullrets störande inverkan. Motsvarande utredningar skulle behövas för Finlands del, så att utvärderingen av skadeverkan skulle förbättras. För att erhålla bättre uppskattningar av bullrets enhetspris behövs utredningar om betalningsvilja.

4.3 Samhällsekonomiska beräkningar

Med hjälp av samhällsekonomiska undersökningar av vägprojekt erhålls uppgifter om den nytta och de olägenheter som projektet medför samt data om de olika alternativens fördelaktighet och lönsamhet. En samhällsekonomisk infallsvinkel förutsätter i princip en utvärdering av samtliga direkta och indirekta fördelar och nackdelar samt en värdering av dessa i monetära termer. Kostnaderna, nyttan och olägenheterna kan indelas i följande grupper:

- kostnader för vägunderhåll
- fordons- tids- och olycksfallskostnader
- miljökostnader; buller och avgaser
- indirekta kostnader; näringsliv, sysselsättning

I vägprojektens behovsutredningar och i generalplanerna bedöms projektets nödvändighet och vilket alternativ som är förmånligast. Utgående från förväntade trafikmängder jämförs alternativens inverkan med nuläget (0-alternativet) eller med det nuvarande nätet, i vilket små förbättringar gjorts (0+-alternativet).

Den nytta och de olägenheter som vägprojektet medför beaktas för ett visst tidsintervall. I allmänhet är det undersökta intervallet 20-30 år efter det att projektet beräknas vara slutfört. En räntefot används för att diskontera de vid olika tidpunkter inträffade kostnaderna, nyttoeffekterna och skadeverkningarna till en gemensam jämförelsetidpunkt. I vägprojekt används i allmänhet en räntefot på 6 procent och alla kostnader diskonteras med samma räntefot.

I vägprojekt beräknas bullrets och avgasernas kostnader med hjälp av enhetspriser samt utgående från de utsläppsmängder och det antal bullerutsatta människor som estimerats i samband med evalueringen av vägprojektets miljöinverkan. Kostnaderna jämförs med den situation i vilken projektet inte förverkligas men i vilken trafiken ökar enligt förväntningarna. Bullrets och avgasernas kostnader inkluderas i nytto/kostnadskalkylerna enligt samma princip som körkostnaderna. De miljökostnader som projektet förorsakar framställs i beräkningarna skilt.

Prissättning av buller och avgaser testades i två olika vägprojekt: en motorväg mellan Villmanstrand och Imatra och en förbättring av etappen Kuopio-Riistavesi på riksväg 17. I tabellerna 6 och 7 framkommer projektens ekonomiska karakteristika närmare. Beräkningarna gjordes enligt ovan beskrivna principer.

En förbättringen av riksväg 6 på etappen Villmanstrand - Imatra utreddes utgående från tre alternativ. Alternativen P och JA beskriver byggandet av en ny motorväg på etappen Villmanstrand - Imatra och alternativ 0+ förbättrandet av den nuvarande vägen närmast genom att bygga planskilda anslutningar. I alternativ P skulle motorvägen gå igenom Joutseno tätort och i alternativ JA skulle motorvägen gå utanför tätorten. Trafikmängden på planeringsområdet är 12000 - 18000 fordon per dygn år 2010. Antingen förbättras den nuvarande riksvägen eller också byggs en ny motorväg på en 48 kilometer lång sträcka. Hastighetsbegränsningen i motorvägsalternativet är 120 km/h och 100 km/h om den nuvarande vägen förbättras. Tilläggskostnaderna för motorvägsalternativets miljöpåverkan är 6 - 7 % av kostnadsinbesparingarna.

Tabell 6. Förbättring av riksväg 6 på etappen Villmanstrand - Imatra. Investeringar (Mmk), kostnadsinbesparingar år 2010 (Mmk/år) och nytto/kostnads-förhållande. (inbesparingarna har positivt förtecken, tilläggskostnaderna negativt).

Alternativ	0+	P	JA
Investering Mmk	254	945	863
Kostnad/inbesparing	Mmk/år		
Tid	38,7	116,7	110,7
Fordon	15,8	-58,3	-56,9
Olycksfall	3,8	38,7	36,8
Underhåll	-2,5	-8,9	-8,1
Totala inbesparingar	55,8	88,2	82,5
Nytto/kostnads-förh.	2,5	1,1	1,1
Buller	0	-1,1	-0,9
Avgaser	0,6	-4,5	-4,4
Totala inbesparingar	56,4	82,6	77,2
Nytto/kostnads-förh.	2,5	1,0	1,0

En förbättring av riksvägarna 5 och 17 har utretts på etappen Kuopio - Riistavesi likaså för tre alternativ. I alternativen C och E byggs ca 22 km ny motorväg. I alternativ E byggs en ny bro i Kuopio över Kallavesi och en del av vägen är i en tunnel. I alternativ AK skulle den nuvarande riksvägen förbättras på en 25 km lång sträcka. Trafikmängden på planeringsområdet är 6000 - 14000 fordon per dygn och hastighetsbegränsningen är 80-100 km/h.

Tabell 7: Förbättring av riksvägarna 5 och 17 på etappen Kuopio - Riistavesi. Investeringar (Mmk), kostnadsinbesparingar år 2010 (Mmk/år) och nytto/kostnads-förhållande. (Inbesparingarna har positivt förtecken, tilläggskostnaderna negativt).

Alternativ	AK	C	E
Investering Mmk	304,4	332,3	446,1
Kostnad/Inbesparing	Mmk/år		
Tid	4,2	4,4	9,1
Fordon	0,8	3,1	13,0
Olycksfall	0,9	-0,5	2,1
Underhåll	0,0	-0,4	-0,2
Totala inbesparingar	5,9	6,6	24,0
Nytto/Kostnads-förh.	0,3	0,3	0,8
Buller	-0,1	0,4	0,4
Avgaser	-0,6	-0,3	1,0
Totala inbesparingar	5,2	6,7	25,4
Nytto/Kostnads-förh.	0,3	0,3	0,9

I de ovan presenterade vägprojekten var inverkan av bullrets och avgasernas kostnader på nytto/kostnads-förhållandet liten. Inverkan kan vara större t.ex i projekt, i vilka betydande trafikmängder förflyttas till omfartsvägar. Det är av nöden att få mera erfarenhet om hur bullrets och avgasernas kostnader påverkar vägprojektens lönsamhet vid olika slags projekt. Man kan senare frånga prissättning, om man konstaterar att dess inverkan är obetydlig. Prissättning tillämpas närmast vid förplanering av utvecklingsprojekt och vid undersökning av inverkan av vägunderhållsprogram.

5 SAMMANDRAG OCH ARBETSGRUPPENS FÖRSLAG

Prissättningsarbetsgruppen har på basen av gjorda utredningar bedömt de kostnader som vägtrafikens buller och avgaser förorsakade i Finland år 1989. Kostnaderna skattades på basen av de ekonomiska förluster som skadeverkningarna förorsakade, med undantag av kostnaderna för klimatförändringar, vilka skattades utgående från de ekonomiska styrmedel som skulle krävas för att få ökningen av utsläppsmängder att upphöra. Vid uppskattningen av kostnader blev man tvungen att göra flera antaganden och generaliseringar.

De kostnader som vägtrafikens buller och avgaser förorsakade i Finland år 1989 var enligt arbetsgruppens uppskattning 4,5 miljarder mark, av vilket avgasernas andel var 2,9 miljarder mark och bullrets 1,6 miljarder mark. De kostnader som klimatförändringarna förorsakar utgör 1,5 miljarder mark av avgasernas kostnader.

Prissättningsarbetsgruppen föreslår, att man vid vägplanering tar i bruk följande tillvägagångssätt:

- bullrets och avgasernas kostnader beaktas i de samhälls-ekonomiska utvärderingarna.
- vid utvärdering av miljöpåverkan beaktas trafikbullret och avgaserna både kostnadsmässigt och kvantitativt och den skadeverkning de förorsakar beaktas även kvalitativt.
- med undantag av klimatförändringar värderas bullrets och avgasernas skadeverkan utgående från resursförluster. Klimatförändringar värderas på basen av de avgifter som skulle behövas för att få ökningen av koldioxidutsläpp att upphöra.
- man utgår från resursförluster vid värdering av de sjukdomar, den nedsmutsning, den korrosion, de skogsskador och de skördeförluster som avgaserna ger upphov till. Bullrets och avgasernas trivselinverkan värderas utgående från arbetsgruppens uppskattning.
- betalningsvilja bör användas som metod vid värdering av bullrets och avgasernas trivselinverkan. På denna punkt bör värderingen omprövas i takt med att man erhåller mera information.
- på basen av utsläppsmängder uppskattas de kostnader som avgaserna förorsakar. Utsläppens enhetspriser bestäms utgående från de totalkostnader som vägtrafikens avgas- och koldioxidutsläpp förorsakade år 1989. Enhetspriser bestäms för kväveoxi-

der, kolväten, partiklar och koldioxid. Vid bestämmandet av enhetspriser används säkerhetsfaktorn 1,3 för alla föreningar förutom koldioxid.

- bullrets kostnader uppskattas på basen av antalet invånare som uppfattar bullret vara störande. Antalet personer som bor på bullerområden estimeras vid vägplanering med hjälp dagsbullrets (kl 7-22) ekvivalentnivåer. Antalet personer som störs beräknas enligt följande princip: vid bullernivåer 55-65 dB störs 33 %; vid bullernivåer 65-70 dB 50 % och vid bullernivåer som överstiger 70 dB störs 100 %. Som enhetspris för en person som störs av buller används 5 000 mk/utsatt person/år.
- förfarandet vid prissättning av buller och avgaser kontrolleras med jämna mellanrum.
- i fortsatta undersökningar utreds hur mycket människan störs vid olika buller- och utsläppsnivåer. För att kunna specificera enhetspriserna behövs utredningar om människors vilja att betala för en bättre miljö.

6 LITTERATURFÖRTECKNING:

- /1/ Toisen parlamentaarisen liikennekomitean mietintö 1991:3. Liikenne 2000. Helsinki 1991 ISBN 951-47-3804-7.
- /2/ Tielaitos, tiehallitus, kehittämiskeskus, VTT Tie ja liikennelaboratorio. Pakokaasujen ja melun arvottaminen tiensuunnittelussa, Esiselvitys. Helsinki 1990
- /3/ OECD 1990. The social cost of land transport. Environment monographs N 32. Paris 1990
- /4/ Hansson, Leksell 1989. Vägtrafikens kostnadsansvar. Moniste
- /5/ Tielaitos, tiehallitus, kehittämiskeskus. Maksuhalukkuusmenettelyn soveltuvuus tieliikenteen vaikutusten arviointiin. Helsinki. (Tielaitoksen selvityksiä 43/1991). ISBN 951-47-4994-4, TIEL 3200039
- /6/ Tielaitos, tiehallitus, kehittämiskeskus. Tieliikenteen päästöjen haittojen kustannukset. Helsinki. (Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja). TIEL 4000007
- /7/ Tiehallitus, kehittämiskeskus. Tieliikenteen pakokaasupäästöt, Perustietoja ja laskentamenetelmät. Helsinki 1990 TIEL 703611
- /8/ Tiehallitus, kehittämiskeskus: Vähemmän melua, opas tiensuunnittelijoille. Helsinki 1991 TIEL 2150005
- /9/ Hjorthol R. et al. Virkninger av luftforurensning på folks dagligliv, helse og trivsel. Resultater fra en intervju-undersøkelse i Drammen. Transportekonomisk institutt. Oslo. ISBN 82-7133-559-6
- /10/ Wyller et al. Helseeffekter av veitrafikkstøy, Oslo 1990. Vegdirektoratet. Helsedirektoratet.
- /11/ Tielaitos, tiehallitus, kehittämiskeskus. Tieliikenteen melun ja pakokaasujen terveys- ja viihtyvyshaittojen arviointi. Helsinki. (Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja). TIEL 4000010
- /12/ Liikenneministeriö 1988. Tieliikenteen ympäristöhaittojen arviointi rahassa. (Liikenneministeriön julkaisuja 29/88) Helsinki 1988. ISSN 0783-2680.
- /13/ Komiteamietintö 1991:21. Hiilidioksiditoimikunnan mietintö 1991. Helsinki 1991. 111 s. ISBN 951-47-3825-X
- /14/ Tielaitos, tiehallitus, kehittämiskeskus. Yleisten teiden liikennemelu. Helsinki (Tielaitoksen selvityksiä). Ilmestyy keväällä 1992

Ekono Miljöteknologi

Kostnader för skadeverkan av vägtrafikens utsläpp

1. INLEDNING

Denna rapport är ett sammandrag av den av Ekono Miljöteknologi gjorda utredningen "Tieliikenteen päästöjen haittojen kustannukset" (TIEL 40000007) (Kostnader för skadeverkan av vägtrafikens utsläpp). Målsättningen är att ge Vägstyrelsen en möjlighet att vid planering av vägprojekt beakta de skadeverkningar utsläppen förorsakar genom att uttryckta skadorna som kostnader i monetära enheter, varvid de kan beaktas liksom andra på projekten inverkan faktorer. I detta syfte har man kartlagt möjligheterna att använda skadornas ekonomiska värde som en utgångspunkt för utsläppens enhetskostnader.

I rapporten har man utrett vägtrafikens utsläpp, vägtrafikens andel av nedfallet på skogs- och jordbruksområden och den del av halterna av utsläppskomponenter i tätorterna som kan tillskrivas vägtrafiken. Härvid beaktas alla de viktigaste utsläppskomponenterna från vägtrafiken; kväveoxider, kolväten, svaveldioxid, partiklar, koloxid, bly och koldioxid. Ytterligare beaktas det i atmosfären bildade ozonet. Av de skador vägtrafikens utsläpp förorsakar värderades korrosionen, nedsmutsningen, hälsoeffekterna, skogsskadorna och skördeförlusterna.

Värderingen har genomförts utgående från indirekta metoder, i vilka man söker dos-respons sambandet mellan utsläppskomponent och dess effekt. Det ekonomiska värdet beräknades utgående från förnyelsekostnader, ersättningskostnader och alternativa kostnader.

2. VÄGTRAFIKENS UTSLÄPP

I detta kapitel presenteras för kostnadsberäkningen behövliga data beträffande vägtrafikens utsläpp och vägtrafikens andel av nedfallet och tätorternas luftföroreningshalter.

Vägtrafikens trafikprestation i Finland var år 1989 ca 38,7 miljarder fordonkilometer. I tabell 2.1 presenteras trafikprestationen och fordonens antal år 1989.

Tabell 2.1. Trafikprestationen och fordonens antal år 1989, miljoner kilometer /17/.

Fordon	Allmänna vägar milj. km	Gator milj. km	Sammanlagt milj. km	Mängd stycken
Personbilar	22 640	10 040	32 680	1 940 000
Paketbilar	1 870	810	2 680	180 000
Bussar	470	200	670	9 000
Lastbilar	2 170	510	2 680	53 000
Sammanlagt	27 150	11 560	38 710	2 182 000

I tabell 2.2 presenteras vägtrafikens andel av Finlands totalutsläpp till luften åren 1987 och 1989. Uppgifterna har samlats från olika källor.

Tabell 2.2. Vägtrafikens andel av Finlands totalutsläpp i luft åren 1987 och 1989 per utsläppskomponent (Pönkä /15/, s. 652, 659, Miljöministeriet /11/, ss. 91-92, Parlamentariska trafikkommittén /20/, s. 85).

Utsläpps- komponent	1987		1989	
	Andel	Mängd	Andel	Mängd
SO ₂	2 %	6000 t	2 %	5400 t
NO _x	51 %	112000 t	55 %	123000 t
CO	69 %	285000 t	n. 90 %	308000 t
CO ₂	* 14 %	9800000 t	> 10 %	10000000 t
HC	20 %	38000 t	n. 20 %	40700 t
Partiklar	** 10 %	11000 t	n. 10 %	11600 t
Pb	70 %	320 t	..	300 t

.. : Uppgift saknas

* : Parlamentariska trafikkommitténs betänkande /20/, s. 85

** : Partikelutsläppen som härstammar från slitage av vägmateriäl och grusvägar har uppskattats till ca 260 000 ton årligen

I tabell 2.3 presenteras vägtrafikens utsläpp på gator och allmänna vägar år 1989. Talen är uträknade med LIISA II-datasystemet, vilket utvecklats av Väg- och trafiktekniska laboratoriet vid Statens tekniska forskningscentral VTT /22/.

Tabell 2.3. Vägtrafikens utsläpp på gator och allmänna vägar, ton/år, år 1989 /22/.

	SO _x	NO _x	CO	HC	Pb	Partiklar
Gator	906	22454	183547	21157	86	1947
Allmänna vägar	3506	94512	121070	18730	224	8338
Sammanlagt	4411	116966	304617	39888	310	10285
Trafikprestationer (milj. km/år)	Gator 9701		Allmänna vägar 26029			

Tabell 2.4. Utsläppskomponenter från vägtrafiken och fördelningen av dessa på olika fordonsslag år 1987, % /20/.

Fordonsslag	SO _x	NO _x	CO	HC	CO ₂	Pb	Partiklar
Personbilar	49	48	89	73	56	97	43
Paketbilar	8	3	4	7	9	3	10
Bussar	7	11	1	5	8	0	12
Lastbilar	36	38	6	15	27	0	35
Vägtrafiken	2	49	92	16	14	80	10

Nedfallet

I beräkningarna har använts de i tabell 2.5 angivna värdena för de inhemska källornas andel av nedfallet (SO₂ och NO_x /7/). Förutom svavel- och kvävedepositionen tas samtliga utsläppskomponenter som vägtrafiken ger upphov till i betraktande. De inhemska källornas andel av ozonbildningen i nedre atmosfären har i Sverige uppskattats till ca 20 %, /3/ och /16/. Partiklarna och kolvätena antas i sin helhet härstamma från inhemska källor. I tabellen anges också vägtrafikens andel av totalutsläppen komponentvis och på basen av utsläppsandelen har vägtrafikens andel av nedfallet beräknats. Uppgifterna i den sista kolumnen har använts vid beräkning av värdet av de skogsskador som vägtrafiken förorsakar.

Tabell 2.5. De inhemska källornas andel av nedfallet, vägtrafikens andel av totalutsläppen och trafikens andel av nedfallet. (/7/, Ekono's uppskattning).

Komponent	Från finländska källor %	Trafikens andel av utsläppen %	Trafikens andel av nedfallet %
SO ₂	25	2	0,5
NO _x	20	55	11
Partiklar	100	10	10
HC	100	20	20
CO	90	90	81
Pb	100	55	55
O ₃	* 20	* 50	* 10

* : Här är det inte frågan om en utsläppskomponent, varvid man inte kan ange något absolut värde. Talen under rubrikerna "Från finländska källor" och "Trafikens andel" är uppskattningar av andelen i ozonbildningen. Vid ozonbildning har kväveoxiderna och kolvätena en central betydelse

Halter

Vid beräkning av hälsoeffekternas kostnader har antagits, att skadeverkningar uppstår endast i tätorter. Ytterligare har antagits att luftkvaliteten i samtliga finländska tätorter är jämförbara med den genomsnittliga luftkvaliteten i huvudstadsregionen (Hagalund, Dickursby). Trafikens andel av totalhalten (årsmedelvärden) har framlagts komponentvis i tabellen nedan.

Tabell 2.6. Uppmätta årsmedelvärden i huvudstadsregionen och uppskattning av vägtrafikens andel i halterna /1/, /6/, /9/, /10/, /15/.

Komponent	Totalhalt µg/m ³	Trafikens andel %	Trafikens andel µg/m ³
SO ₂	10 - 20	5	0,5 - 1
NO _x	30 - 60	60	18 - 36
Partiklar	30 - 50	5	1,5 - 2,5
		* 75	* 23 - 38
HC	1000 - 2000	90	900 - 1800
CO	200 - 400	90	180 - 360
Pb	0,1	100	0,1
O ₃	40 - 50	** 0	** 0

* : Partiklar som härstammar från slitage av fordon (bromsar, däck) samt damm som vägtrafiken lyfter upp

** : I huvudstadsregionen har man inte kunnat iaktta någon nettoproduktion av ozon utan trafikens utsläpp verkar snarast absorbera ozon

I beräkningar som utförs senare kommer vi att behöva kännedom om hur stor del av Finlands befolkning som är bosatt i tätorterna.

I Finlands stadstätorter bodde år 1985 (17.11) 2 703 526 invånare och på övriga tätortsområden bodde 1 039 751 invånare (den senaste folkräkningen med denna precision utfördes år 1985). Finlands totalbefolkning samma år var 4 910 619 personer /19/. På tätortsområden bodde sålunda ca 76 % av befolkningen år 1985. Tätort definierades härvid som ett område inom vilket minst 200 personer är bosatta och på vilket avståndet mellan ett bostadshus till ett annat är högst 200 m. Då man antar att 76 % av befolkningen fortfarande är bosatt i tätorterna och att Finlands befolkning är 5 miljoner, är 3 800 000 personer bosatta i tätorterna.

3. BERÄKNINGSGRUNDER

3.1 KORROSION

Byggnadsmaterial

Vid uppskattning av fastigheternas materialtätheter använde man estimat av materialmängder i Stor-Stockholm /21/. Materialmängderna i Finland uppskattades utgående från förhållandet mellan befolkningsmängderna i de båda länderna. Vid beräkning av hur stora ytor av olika material som i Finland årligen bör målas användes de underhållsintervall som uträknats i den svenska rapporten. Som resultat erhöles 4,3 milj. m² träfönster, 4,4 milj. m² träfasader, ca 3,5 milj. m² förzinkat ståltak och ca 1,7 milj. m² puts (tjock- och tunnputs). I beräkningarna beaktades inte förnyelsekostnader eller bättre hållbarhet hos nya material.

Tabell 3.1. Målningskostnader för några material (prisuppgifterna är från måleriaffärer /12/) och den mängd material i finländska tätorter som årligen är i behov av reparation.

Yta	mk/m ²	milj. m ²	milj. mk
Förzinkat tak	31,5	3,5	110,250
Fasad med tjockputs	54	1,7	110,500
Träfasader	55	4,4	290,400
Träfönster	69	4,3	296,700
Sammanlagt		13,9	807,850

Kostnader förorsakade av luftföroreningen

Fastigheter

- förzinkade ytor och målat galvaniserat stål; vi antar, att luftföroreningen svarar för 40 % av skadorna : SO₂ 95 % mao 41,9 milj. mk och NO_x 5 % mao 2,2 milj. mk
- ytor av puts, luftföroreningen förorsakar 40 % av skadorna, av vilket SO₂ 80 % mao 35,4 milj. mk och NO_x 20 % mao 8,8 milj. mk
- målade träytor, luftföroreningen förorsakar 40 % av skadorna, SO₂ 80 % och NO_x 20 % :
Träfasader : SO₂ 104,5 milj. mk, NO_x 11,6 milj. mk
Träfönster : SO₂ 106,8 milj. mk NO_x 11,9 milj. mk

Övriga konstruktioner

- övrig zink, av vilket det existerar ca 7,9 milj. m². Vi använder dos-respons sambandet $K = 0,22 \cdot SO_2 + 6,05$ /8/. 30 mk/m² 1982 är ca 35 mk/m² 1989. Kostnaderna beräknas ur formeln $(7,9 \text{ milj. m}^2 \cdot 35 \text{ mk/m}^2) / (6 \cdot t)$, där $t = 71 / (0,22 \cdot SO_2 + 6,05)$. Då SO₂-halten är 15 µg/m³, blir kostnaderna 6,1 milj. mk. Detta är 95 % av de kostnader, som luftföroreningen förorsakar, NO_x-utsläppen ansvarar för återstående 5 %, mao 0,32 milj. mk.

Inverkan på grundvattnet

- kostnader förorsakade av surt grundvatten
- i en undersökning utförd i Sverige år 1985 estimerade man, att försurningens andel är 15 % av det sura grundvattnets kostnader för vattenförsörjningen
- försäkringsbolagen betalade i Finland år 1987 ersättningar för vattenskadorna för sammanlagt 230 milj. mk, varvid skadorna förorsakade av korrosion uppgick till uppskattningsvis 34,5 milj. mk
- 50 % av jordmånens försurning beror av luftföroreningen : 95 % SO₂ och 5 % NO_x
- 50 % av korrosionen beror av försurning av jordmånen
- härvid uppgår skadorna förorsakade av SO₂ till 8,2 milj. mk och av NO_x till 0,43 milj. mk.

Korrosionsskadorna i tätorterna förorsakade av svaveldioxid och kväveoxider var år 1989 340 milj. mk. Vägtrafikens andel härav har uppskattats utgående från den andel av föroreningshalterna som vägtrafikens utsläpp åstadkommer:

Tabell 3.2. Korrosionsskadorna i tätorterna förorsakade av svaveldioxid och kväveoxider år 1989 samt en uppskattning av vägtrafikens andel av skadorna, milj. mk.

Yta	SO ₂	NO _x
Förzinkat tak	41,9	2,2
Fasad med puts	35,4	8,8
Träfasad	104,5	11,6
Träfönster	106,8	11,9
Övrig zink	6,1	0,32
Vattenskadorna	8,2	0,43
Sammanlagt, milj. mk	303	35
Trafikens andel av halterna	5 %	60 %
Skada förorsakad av trafiken	15	21

Korrosionsskadorna förorsakas av : SO₂, ca 90 % och NO_x, ca 10 %. Värdet av korrosionsskadorna förorsakade av trafiken är sammanlagt 36 milj. mk.

3.2 NEDSMUTSNING

På basen av undersökningar i Förenta Staterna under 1970-talet erhöles ett samband mellan nedsmutsningskostnaderna (y , mk/invånare) och partikelhalten (x , $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Kostnaderna förutsätts växa lineärt med partikelhalten.

$$y = [x/12 \mu\text{g}/\text{m}^3] \cdot 84,1 \text{ mk/invånare}$$

I de finländska tätorterna är årsmedelvärdet för partikelhalten 30 - 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Om vi räknar med en partikelhalt på 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ erhåller vi en skadekostnad på 280 mk per invånare för nedsmutsning förorsakad av partiklar. Med detta som utgångspunkt har vi uppskattat, att den årliga kostnaden förorsakad av nedsmutsning är 200 mk per person i Finland.

I Finland bodde år 1989 ca 2,75 milj. invånare i städer (nedsmutsningen antas vara ett problem närmast i städerna). Nedsmutsningen förorsakar årliga kostnader som uppgår till 2,75 milj. \cdot 200 mk = 550 milj. mk.

Vägtrafikens andel av partikelhalten i tätorterna är ca 75 %. Vi uppskattar, att nedsmutsningen beror enbart av partiklar, varvid vägtrafikens andel av skadekostnaderna blir 75 %. Förutom avgasutsläpp ingår i uppskattningen det damm som trafiken lyfter upp.

Tabell 3.4. Uppskattning av kostnaderna för vägtrafikens nedsmutsande inverkan år 1989.

	SO ₂	NO _x	O ₃	HC	Partiklar
Skada					551
Trafikens andel av halten 5 %		60 %	-	90 %	* 75 %
Skada förorsakad av trafiken					413

Nedsmutsningen förorsakas av : partiklar \approx 100 %, SO₂ \approx 0 %. Skadekostnaderna förorsakade av vägtrafiken uppgår sammanlagt till 410 milj. mk.

3.3 HÄLSOEFFEKTER

3.3.1 CANCER

Cancerfallens mängd

I Sverige registreras 28 000 nya cancerfall per år, av vilka 300 - 2 000 fall uppskattas härstamma från luftförorening. Det sannolikaste värdet är 780.

Kolväteutsläppen är 460 000 t/a (1988), av vilket vägtrafikens andel är 43 %. En dryg tredjedel av de cancerfall som luftföroreningen ger upphov till beror av kolväteutsläppen, en tredjedel av 780 är 260, 40 % är 312 /2/ Genom att beakta de olika komponenterna och deras cancerframkallande verkan beräknades trafikens andel vara 360 fall av 780, mao 46 %.

På basen av förhållandet mellan befolkningsmängderna kunde i Finland årligen 150 - 1 000 cancerfall bero på luftföroreningar, det sannolikaste värdet skulle vara 400 fall per år.

Kolväteutsläppen är 121 600 - 228 600 ton per år, varav trafikens andel är 40 700 mao ca 20 %. Låt oss anta, att de luftföroreningsbetingade cancerfallens mängd i Finlands tätorter kan uträknas utgående från motsvarande tal i Sverige multiplicerat med förhållandet mellan kolväteutsläppen i de båda länderna. Vi erhåller då $(200\,000 / 460\,000) \cdot 780$ eller ca 340. Trafikens andel av utsläppen är ca 20 % (43 % i Sverige, vi antar att vägtrafikens andel av den totala mängden karcinogena föreningar är ca hälften av motsvarande i Sverige. I Sverige uppskattades vägtrafikens andel av de luftföroreningsbetingade cancerfallen till 46 % varvid vi för Finlands del kan bedöma att vägtrafikens andel är 23 %). Resultatet blir att vägtrafiken ger upphov till 80 cancerfall årligen i Finlands tätorter.

Kostnader för sjukhusvård

- år 1987 registrerades 17 000 nya cancerfall, kostnaderna för sjukhusvård var sammanlagt 218 milj. mk år 1989
- vi antar, att vägtrafiken förorsakar enbart lungcancer (ingen annan form)
- år 1987 registrerades 2 139 lungcancerfall, mao 12,6 % av alla cancerfall, kostnaderna för sjukhusvården var ca 12 % mao 26 milj. mk
- den genomsnittliga sjukdomstiden är 3,1 år
- under tre år uppkommer $3 \cdot 2\,100 = 6\,300$ lungcancerfall
- de årliga vårdkostnaderna för ett lungcancerfall blir $26 \text{ milj. mk} / 6\,300 = 4\,100 \text{ mk/fall}$
- sammanlagda vårdkostnader för cancerfall förorsakade av vägtrafiken (80 st) blir $3,1 \cdot 4\,100 \cdot 80 = \underline{1,0 \text{ milj. mk.}}$

Medicinering

- de genomsnittliga kostnaderna för läkemedel för vilka betalas specialersättning uppgick år 1989 till 7 600 mk per berättigad vad beträffar medicinering för maligna tumörer
- för de cancerfall som vägtrafiken förorsakar erhålls $80 \cdot 3,1 \cdot 7\,600 \text{ mk} = 1,9 \text{ milj. mk}$
- vi uppskattar, att ersättningen för medicinering utanför sjukhusvården är ca 1,5 milj. mk och lägger till delvis ersatta läkemedel; resultat : ca 2 milj. mk.

Sjukdagpenningar

- åt gruppen "maligna tumörer" betalades år 1989 88,6 milj. mk, de inledda periodernas antal var 4 680, varav 80 är 1,7 %, mao betalades 1,5 milj. mk åt personer som insjuknat i lungcancer pga vägtrafik
- Under 2,1 år (vi antar, att patienterna är berättigade till sjukdagpenning under 2,1 år av de 3,1 år som sjukdomen i medeltal varar) uppgår utbetalningarna till 3,2 milj. mk.

Invaliditetspensioner

- vi antar, att personer som insjuknat i lungcancer får pension under ett års tid
- den genomsnittliga pensionen är 3 700 mk/månad
- pensionskostnader sammanlagt : $80 \cdot 12 \cdot 3\,700 \text{ mk/månad} = \underline{3,6 \text{ milj. mk.}}$

Produktionsförluster

- av 80 lungcancerpatienter insjuknar 24 i arbetsför ålder (beräknat med sannolikheter)
- under den tid som löntagare i medeltal är frånvarande pga sjukdom uppgår lönekostnader i medeltal till 6 800 mk per år och person (tabell 8.12 i rapporten : 920 milj. mk / 136 000 personer), för dem som insjuknat i lungcancer räknar vi med 15 000 mk (faktor 2,25), frånvaronas totalkostnader är ca tre gånger lönekostnaderna, alltså $3 \cdot 24 \cdot 15\,000 \text{ mk} = 1,1 \text{ milj. mk}$ mao 3,4 milj. mk under 3,1 år.

Tabell 3.5. Uppskattning av kostnaderna för de cancerfall som vägtrafikens avgasutsläpp förorsakade i tätorterna år 1989, milj. mk

	SO ₂	NO _x	Pb	HC	Partiklar
Skada *		2,2		7,3	7,0
Trafikens andel	5 %	60 %	100 %	90 %	75 %
Skada förorsakad av trafiken		1,32		6,6	5,3

* : Avvikande från motsvarande tidigare presenterade tabeller är att luftföroreningens skadeverkan (första raden) här har beräknats på basen av den skada som vägtrafiken gett upphov till. I de övriga tabellerna har luftföroreningens andel av kostnaderna varit utgångspunkten, från vilken vägtrafikens andel av kostnaderna har estimerats.

Hälsoskadeverkan (cancer) förorsakas av : NO_x 10 %, HC 50 %, partiklar 40 %. Vägtrafiken förorsakar kostnader för 13 milj. mk.

3.3.2 ANDNINGSVÄGARNAS OCH ANDNINGSGRANENS SJUKDOMAR

Lungsjukdomar och sjukdomar i andningsvägarna

- vi antar, att luftföroreningen förorsakar en fjärdedel av insjuknandena. Till vård på bäddavdelningarna kommer årligen ca 8 800 nya patienter, av vilka sålunda 2 200 skulle ha insjuknat pga luftföroreningen. Till öppen vård kommer årligen ca 19 000 nya patienter, av vilket 4 800 utgör den fjärdedel, som luftföroreningen antas ha givit upphov till.
- i uträkningarna har använts en genomsnittlig sjukdomstid på fyra år.

Kostnader för sjukhusvård och öppen vård

- de genomsnittliga vårdkostnaderna per patient vid vård på bäddavdelning är 11 000 mk, varvid vård av 2 200 patienter under fyra års tid kostar $4 \cdot 11\,000 \cdot 2\,200 = 98$ milj. mk
- de genomsnittliga vårdkostnaderna per patient vid öppenvård är 1 000 mk, varvid vård av 4 800 patienter under fyra års tid kostar $4 \cdot 1\,000 \cdot 4\,800 = 20$ milj. mk
- sålunda uppgår kostnaderna för sjukhusvård och öppen vård för de lungsjukdomar som luftföroreningen förorsakar till ca 120 milj. mk i året.

Medicinering

- de sammanlagda kostnaderna för läkemedel för lungsjukdomar för vilka betalas specialersättning uppgick till 7 600 mk per sjukdomsfall (1989), från vilket vi avdrar kostnaderna för den medicinering som patienter i vård på bäddavdelning och i öppen vård erhåller, varvid återstår 1 265 mk
- kostnaderna för fyra års medicinering blir $4 \cdot (2\,200 + 4\,800) \cdot 1\,265$ mk = 35 milj. mk
- då vi lägger till delvis ersatta läkemedel blir summan ca 40 milj. mk.

Sjukdagpenningar

- åt gruppen "Andningsorganens sjukdomar" betalades 93,4 milj. mk i sjukdagpenningar, de inledda periodernas antal var 31 720, vilket fördelades på 24 400 olika personer. Vi utgår från att sjukdagpenningarna fördelas jämnt, varvid var och en erhåller 3 800 mk i året
- åt 2 200 patienter i vård på bäddavdelning betalas under 3 års tid $2\,200 \cdot 3\,800$ mk $\cdot 3 = 25$ milj. mk
- vi antar att patienterna i öppen vård är arbetsföra.

Invaliditetspensioner

- Vi antar, att personer som insjuknat i lungsjukdom erhåller invaliditetspension under ett års tid. Pensionskostnaderna blir $2\,200 \cdot 3\,700$ mk $\cdot 12 = 99$ milj. mk.
- vi antar, att patienterna i öppen vård inte är berättigade till invaliditetspension.

Produktionsförluster

- vi antar att öppenvårdspatienterna är arbetsföra och att endast patienter som är i sjukhusvård ger upphov till produktionsförluster
- vi estimerar att sannolikheten för insjukning är densamma under människans hela livstid, varvid sannolikheten för insjukning i arbetsför ålder (16 - 62) är ca 0,5. Detta innebär, att 1 100 patienter av 2 200 insjuknar i arbetsför ålder
- under den tid som löntagare i medeltal är frånvarande pga sjukdom uppgår lönekostnaderna i medeltal till 6 800 mk per år och person (tabell 8.12 i rapporten : 920 milj. mk / 136 000 personer), för dem som insjuknat i lungsjukdom räknar vi med 15 000 mk (faktor 2,25), frånvaronas totalkostnader är ca tre gånger lönekostnaderna, alltså $3 \cdot 1\,100 \cdot 15\,000$ mk = 50 milj. mk mao 198 milj. mk under fyra års tid.

Luftvägsinfektioner

- luftvägsinfektioner förorsakar frånvaro från arbetsplatsen under ca 1,1 % av arbetstiden
- kostnaderna för frånvaro från arbetsplatsen är ca 8 900 mk/person, varvid den kostnad som uppkommer pga luftvägsinfektioner är 98 mk/person
- vi utgår från att frånvaro pga luftvägsinfektion är lika allmän i alla tätorter
- 76 % av befolkningen är bosatt i tätorter (andelen förvärvsarbetande antas vara densamma), 1990 var den arbetsföra befolkningen 2 448 800 pers.
- $(0,76 \cdot 2\,448\,800) \cdot 98$ mk = 182 milj. mk
- vi antar, att luftföroreningens betydelse som förorsakare av luftvägsinfektioner är 40 % varvid kostnaderna är 73 milj. mk.

Sammanlagt

- kostnaderna för de luftvägssjukdomar och sjukdomar i andningsorganen som luftföroreningen ger upphov till är sammanlagt 555 milj. mk
- hälsoskadeverkan (luftvägar och andningsorgan) förorsakas av SO₂ 35 %, NO_x 20 %, O₃ 5 %, HC 5 %, partiklar 35 %
- vägtrafikens andel har estimerats utgående från den andel av totalhalten som avgasutsläppen ger upphov till (tabell 2.6).

Tabell 3.6. Uppskattning av kostnaderna för de luftvägssjukdomar som avgasutsläppen gav upphov till i tätorterna år 1989, milj. mk.

	SO ₂	NO _x	O ₃	HC	Partiklar
Skadeverkningskostn. förorsakade av luftföror.	190	110	28	28	190
Halt förors. av trafik	5 %	60 %	0 %	90 %	75 %
Skada förors. av trafiken	9,7	67	0	25	150

Luftföroreningens andel av hälsoskadeverkan (luftvägar och andningsorgan): SO₂ 35 %, NO_x 20 %, O₃ 5 %, HC 5 %, partiklar 35 %. Skadeverkningskostnaderna förorsakade av vägtrafiken blir totalt 250 milj. mk.

3.4 SKOGSSKADOR

I en svensk rapport /3/ uppskattar man, att barr- och bladskadorna förorsakas av följande utsläppskomponenter i given utsträckning : SO₂ 20 %, NO_x 30 %, O₃ 30 %, HC 5 % och partiklar 10 %. Trädbeståndets skador uppskattas till 50 % bero av barr- och bladskador och till 50 % av försurning av jordmånen. Försurningen av jordmånen förorsakas till 50 % av luftförorening av vilken SO₂ ansvarar för 95 % och NO_x för 5 %. De i uträkningarna använda olika utsläppskomponenternas andelar av skogsskadorna presenteras i tabell 3.7.

Tabell 3.7. Utsläppskomponenternas andel av skogsskadorna

Komponent	a = konstant	Normering	Approx.
SO ₂	10 a + (95 a) ^{1/4} = 33,75 a	46,6 %	50 %
NO _x	15 a + (5 a) ^{1/4} = 16,25 a	22,4 %	20 %
O ₃	15 a	20,7 %	20 %
HC	2,5 a	3,4 %	3 %
Partiklar	5 a	6,9 %	7 %

I den av IIASA år 1990 publicerade rapporten framlades att värdet av de skogsskador som luftföroreningen ger upphov till i Finland uppgår till 552,6 milj. USD årligen (1987). I estimatet beaktades råtimrets värde och det förädlingsvärde som primärindustrin tillför. Dessa kostnader uppskattades förorsakas av SO₂- och NO_x-utsläpp.

Om vi antar, att SO₂- och NO_x-utsläppen tillsammans förorsakar 70 % av skogsskadorna i Finland och att detta i enlighet med IIASA's rapport utgör 552,6 milj USD, är de totala skadorna ca 789,4 milj. USD, vilket motsvarar ca 3 840 milj. mk (1989). Dessa kostnader kan fördelas på olika utsläppskomponenter.

Vid uppskattning av den finländska vägtrafikens andel har vi använt uppgifterna i tabell 2.5.

Tabell 3.8. Uppskattning av kostnaderna för de skogsskador som vägtrafikens avgasutsläpp gav upphov till år 1989, milj. mk.

	SO ₂	NO _x	O ₃	HC	Partiklar
Skada	1921	768	768	115	269
Trafikens andel	0,5 %	11 %	10 %	20 %	10 %
Skada förors. av trafiken	9,6	84,5	76,8	23,0	26,9

Skogsskadorna förorsakas av : SO₂ 50 %, NO_x 20 %, O₃ 20 %, HC 3 %, partiklar 7 %. Vägtrafikens skadeverkan uppgår sammanlagt till 220 milj. mk.

3.5 SKÖRDEFÖRLUSTER

Värdet av odlingsgrödornas skördar 1989 har presenterats grödvis i tabell 3.9 /13/. För beräkning av skördeförluster har använts i Sverige erhållna forskningsresultat för hur ozonet påverkar olika slags växter /4/.

Tabell 3.9. Odlingsväxternas skördar, producentpriset samt en uppskattning av de förluster som ozonet förorsakade år 1989

Gröda	Skördens värde milj. mk	Förluster %	Förlust milj. mk
Höstvete	238,258	5,6	14
Vårvete	1307,039	11	162
Höstråg	593,530	13	89
Korn	2692,024	2,5	69
Havre	2495,666	11	308
Vall	2161,723	14	352
Potatis	1093,629	19	257
Sammanlagt	10581,869	10,6	1250

I beräkningarna har antagits, att ozonet ansvarar för 50 % av det produktionsbortfall som luftföroreningarna förorsakar. Luftföroreningen ger sammanlagt upphov till förluster på 2 500 milj. mk (år 1989).

Utsläppskomponenterna har i beräkningarna tilldelats följande andelar av skadorna : SO₂ 20 %, NO_x 20 %, O₃ 50 %, HC 5 %, partiklarna 5 %. Den finländska vägtrafikens uppskattade inverkan har kalkylerats utgående från uppgifterna i tabell 2.5.

Tabell 3.10. Uppskattning av kostnaderna för de skördeförluster som vägtrafikens avgasutsläpp gav upphov till år 1989, milj. mk.

	SO ₂	NO _x	O ₃	HC	Partiklar
Skada	500	500	1250	125	125
Trafikens andel	0,5 %	11 %	10 %	20 %	10 %
Skada förors. av trafiken	2,5	55	125	25	12,5

De skördeförluster som luftföroreningen förorsakar fördelas komponentvis enligt följande : SO₂ 20 %, NO_x 20 %, O₃ 50 %, HC 5 %, partiklarna 5 %. Kostnaderna för vägtrafikens skadeverknings uppgår totalt till 220 milj. mk.

4. SAMMANFATTNING

I följande tabell har gjorts ett sammandrag av de i rapporten uträknade kostnaderna som den finländska vägtrafikens utsläpp förorsakar i Finland (mk, 1989).

I utredningen beräknades storleken av den skadeverkan som avgasutsläppen år 1989 gav upphov till. Penningbeloppen är givna i mark av 1989 års värde. I tabellen har skadeverkningen för varje typ av skada presenterats komponentvis, milj. mk.

Värdet 0 innebär, att ifrågavarande komponent har en skadeverkan, men att skadan uttryckt i monetära termer är mycket liten.

Tabell 4.1. Kostnaderna för de skadeverkningar som vägtrafikens avgasutsläpp förorsakar i Finland, milj. mk (1989).

Komponent	CO ₂	SO ₂	CO	NO _x	Pb	HC	O ₃	Part.	Summa
Materialsador sammanlagt	0	15		21		0	0	410	450
- korrosion	0	15		21		0	0	0	36
- nedsmutsning		0						410	410
Sjukdomar sammanlagt	0	9,7	0	68	0	32	0	160	260
- cancer (lungcancer)		0		1,3	0	6,6		5,3	13
- luftvägar och andningsorgan		9,7		67	0	25	0	150	250
- hjärt- och kärlsjukdomar			0						0
Skogsskador		9,6		85		23	77	27	220
Skördeförluster		2,5		55	0	25	130	13	220
Sammanlagt	0	37	0	230	0	80	210	610	1150

Den genomgångna litteraturen gav oväntat mycket data på basen av vilket det var möjligt att estimerar kostnader för de skador som vägtrafikens utsläpp förorsakar. Vid uträkningen av kostnadsdata har vi emellertid varit tvungna att göra ett stort antal osäkra antaganden. Värderingen utfördes med indirekta värderingsmetoder, i vilka ersättningskostnader, kompensationskostnader och alternativa kostnader beräknats. Resultatets tillförlitlighet är beroende av hur väl man lyckats definiera dos-respons sambandet, luftkvaliteten och omgivningens tröskelvärde för att skadeverkan skall inträffa.

Totalskadeverkningen uppgår till ca 1,2 mrd mark årligen, av vilket 710 milj. mark är lokala skadeverkningar och 440 milj. mark landsomfattande skadeverkningar. För jämförelsens skull kan konstateras, att det i Sverige år 1985 med motsvarande metoder uträknade värdet för avgasutsläppens lokala skadeverkningar uppgick till 520 - 1820 milj. SEK årligen (år 1982's penningvärde). Förhållandet mellan skadeverkan i tätorter och på landsomfattande nivå verkar vara av rätt storleksordning. Däremot verkar partiklarnas stora andel, över hälften av totalkostnaderna, vara överstor. Ozonet beräknades också ansvara för en överraskande stor del av skadekostnaderna. De globala skadeverkningarna kunde inte värderas emedan man först nu börjar erhålla de första uppskattningarna av deras omfattning och kostnader.

Till slut kan konstateras, att man kunnat beräkna en stor mängd värden och kostnader. Beträffande värdenas riktighet råder emellertid stor osäkerhet. Därför kan användningen av uppskattningarna inte rekommenderas vid värdering av vägtrafikens skadeverkningar annat än i experimentsyfte. Kännedomen om luftföroreningarnas skadeverkan borde öka betydligt innan säkrare uppskattningar av skadeverkningarnas kostnader kan erhållas.

5. LITTERATUR

- /1/ Aarnio, P. & Hämekoski, K. 1991. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 1990 (Luftkvaliteten i huvudstadsregionen år 1990). Helsingfors. 65 s. (Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV - Huvudstadsregionens samarbetsdelegation SAD, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1991:19). ISSN 0357-5454. + Liiteosa (+ Bilagedel).
- /2/ Boström, C-E. et al 1990. Strategi för flyktiga organiska ämnen (VOC); Utsläpp, effekter, åtgärder. Underlag till LUFT'90 - Aktionsprogram mot luftföroreningar och förorening. Solna. (Naturvårdsverket, Rapport 3763). ISBN 91-620-3763-3
- /3/ Gunnarsson, S.O. & Leksell, I. 1984. Samhällsekonomiska kostnader för hälso- och miljöeffekter till följd av bilavgasutsläpp i större tätorter, Förstudie. I : Kostnader och avgifter inom trafiksektorn, Bilagor. Stockholm. (Kommunikationsdepartementet 1985. DsK 1985:3). s. 61-102. ISBN 91-38-08822-3
- /4/ Hasund, K.P. et al 1990. Ekonomiska konsekvenser av det marknära ozonets påverkan på jordbruksgrödor. Solna. 99 s. (Naturvårdsverket, Rapport 3862). ISBN 91-620-3862-1
- /5/ Helsingin kaupungin terveystoimisto (Helsingfors stads hälsovårdsverk, Hälsoövervakningschef (Terveystoimiston johtaja) Antti Pönkä, personligt meddelande 23.7.1991
- /6/ Hämekoski, K. et al 1990. Ilmanlaatu- ja ympäristöprojekti, Yhteenveto. (Luftkvalitetsprojekt, Sammandrag). Helsingfors. 87 s. (Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV - Huvudstadsregionens samarbetsdelegation SAD, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1990:8) ISSN 0357-5454
- /7/ Kangas, L. et al 1991. Eri päästölähteiden merkitys päästöjen kehitysarvioissa, laskeumassa ja metsämaan happamoitumisessa. (Olika utsläppskällors betydelse för utsläppsutvecklingen, nedfallet och föroreningen av skogsmark). Esbo. 66 s. (Statens tekniska forskningscentral VTT, Tiedotteita, Meddellanden 1237). ISBN 951-38-3865-X
- /8/ Kaunisto, T. et al 1982. Savukaasujen vaikutukset materiaaleihin. (Rökgasernas inverkan på material). (Imatran Voima Oy, IVO-Ympäristötutkimukset, YMP-82-4)
- /9/ Laukkanen, T. & Jouttijärvi, T. 1990. Energi- ja liikenteen hiukkaspäästöt ja arvioita niiden vaikutuksesta ilmanlaatuun. (Energiproduktionens och vägtrafikens partikelutsläpp och uppskattningar av deras inverkan på luftkvaliteten). Helsingfors. 63 s. (Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV - Huvudstadsregionens samarbetsdelegation SAD, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1990:10) ISSN 0357-5454
- /10/ Laukkanen, T. 1990. Kokonaisleijuma Helsingissä. (Totalkoncentrationen av svävande stoft i Helsingfors). Helsingfors. 143 s. (Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV - Huvudstadsregionens samarbetsdelegation SAD, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1990:2) ISSN 0357-5454

- /11/ Leppänen, S. et al 1991. Ympäristönsuojelun taloudellinen ohjaus 1990-luvulla. (Ekonomisk styrning av miljövården i Finland under 1990-talet). (Miljöministeriet, Miljövårdsavdelningen, Arbetsgruppens betänkande 59)
- /12/ Medelpriser som baserar sig på uppgifter från måleriaffärer
- /13/ Jordbruksstyrelsen 1990. Maataloustilastollinen kuukausikatsaus. (Jordbruksstyrelsens månadsöversikt). Helsingfors. (1990 10)
- /14/ Malkki, M. 1989. Typen oksidit, Tapaustarkastelu. (Kväveoxiderna, Fallstudie). Helsingfors. 19 s. (Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV - Huvudstadsregionens samarbetsdelegation SAD, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1989:15) ISSN 0357-5454
- /15/ Pönkä, A. & Elsilä, H. 1990. Tieliikenteen, energiantuotannon ja teollisuuden päästöt Helsingissä ja koko maassa vuonna 1987. Ilman epäpuhtauspäästöjen kehitys Helsingissä ja koko maassa 1980-luvulla. Tieliikenteen ajokilometrien ja päästöjen kehitys 1980-1989. (Vägrafikens, energiproduktionens och industrins utsläpp i Helsingfors och i hela landet år 1987. Utvecklingen av utsläppsmängder i luft i Helsingfors och i hela landet på 1980-talet. Utvecklingen av vägrafikens körkilometer och utsläpp 1980-1989). Ympäristö- ja terveys, vsk 21 no 9-10, s. 648-669, ISSN 0358-3333
- /16/ Sjödin, Å. et al 1990. Miljöeffekter av kväveoxider och kolväten från vägtrafik i Sverige. Solna. 92 s. (Statens naturvårdsverk, Rapport 3856) ISBN 91-620-3856-7
- /17/ Tielaitoksen tilastoja (Vägverkets statistik) 3/1991
- /18/ Vägverket, Vägstyrelsen, Utvecklingscentralen 1991. Tie ja ympäristö, Yleisohje tiehankkeiden suunnittelulle. (Väg och miljö. Allmänna direktiv för vägplanering). Helsingfors. 32 s. ISBN 951-47-4350-4, TIEL 2150001.
- /19/ Statistikcentralen, Folk- och bostadsräkningsbyrån, Hannele Orjala, meddelande 23.7.1991
- /20/ Toinen parlamentaarinen liikennekomitea 1991. Liikenne 2000. (Den andra parlamentariska trafikkommittén 1991. Trafik 2000). Helsingfors. (Komitean mietintö, Kommittébetänkande 1991:3). ISSN 0356-9470
- /21/ Tolstoy, N. et al 1989. Utvändiga Byggnadsmaterial - mängder och nedbrytning. Gävle. 108 s. (Statens institut för byggnadsforskning, Gävle i samarbete med Korrosionsinstitutet, Stockholm). ISBN 91-540-9315-5
- /22/ Statens tekniska forskningscentral VTT, Väg-, geo- och trafiktekniska laboratoriet. 1991. Kuntien tieliikenteen pakokaasupäästöt 1989, Tietojärjestelmä LIISA:n laskentatulosteet. (Vägrafikens utsläpp i kommunerna år 1989, Beräkningsresultat av datasystemet LIISA). Esbo. 175 s. (Tutkimusraportti, Forskningsrapport 4)

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ / VÄGVERKETS UTREDNINGAR

- 51/1991 Raakapuun kuljetusmalli. TIEL 3200046
- 52/1991 Autokanta- ja liikenne-ennusteita eräissä maissa. TIEL 3200047
- 53/1991 Tieverkon ylläpidon ohjausjärjestelmät; otostiet ja rappeutumismallit. TIEL 3200048
- 54/1991 Tieverkon ylläpidon ohjausjärjestelmät; lähtötiedot ja perustulokset. TIEL 3200049
- 55/1991 Ympäristövaikutusten arviointiselostus, maantie 5053. TIEL 3200050
- 56/1991 Pääväylät kaupunkialueilla; Suunnittelu- ja mitoitusperusteet. TIEL 3200051
- 57/1991 Pääväylät kaupunkialueilla; Suuntaus. TIEL 3200052
- 58/1991 Pääväylät kaupunkialueilla; Kevytliikenne. TIEL 3200053
- 59/1991 Pääväylät kaupunkialueilla; Joukkoliikenne. TIEL 3200054
- 60/1991 Pääväylät kaupunkialueilla; Pääväylä ja ympäristö. TIEL 3200055
- 61/1991 Pensaiden menestyminen tiealueilla. TIEL 3200056
- 1/1992 Pystyöjanauhojen laatuvaatimukset; laadunvalvonta ja testausmenetelmät. TIEL 3200057
- 2/1992 Melun ja pakokaasujen hinnoittelu tiensuunnittelussa. TIEL 3200058
- 3/1992 Pakokaasujen vaikutus ympäristöön; seurantatutkimus 1989-1990, Paimio, Pliikkiö. TIEL 3200059
- 4/1992 Ohituskaistatiekokeilu valtatiellä 4 välillä Järvenpää-Mäntsälä. TIEL 3200060
- 5/1992 Tieverkon tuottamat läheisyyspalvelut. TIEL 3200061
- 6/1992 Talvihoidon päivystysjärjestelmä. TIEL 3200062
- 7/1992 Moottoriväylien kansantaloudelliset vaikutukset. TIEL 3200063
- 8/1992 Yhteenveto TTS:n 1992 - 95 hankeperusteluista. TIEL 3200064
- 9/1992 Motorledernas nationalekonomiska effekter. TIEL 3200065R
- 10/1992 Kehittämishankkeet tielaitoksen tuloksenteossa. TIEL 3200066
- 11/1992 REA-menetelmä; työnsuunnittelu- ja valvontamenettely. TIEL 3200067
- 12/1992 Moottoriliikennetien liikennevirran ominaisuudet. TIEL 3200068
- 13/1992 Aloitetoiminta johtamisen ja kehittämisen apuna; kirjallisuuskatsaus ja pohdinta tielaitoksen näkökulmasta. TIEL 3200069
- 14/1992 Tielaitoksen tukikohtaverkko. TIEL 3200070
- 15/1992 Pricing of Traffic Noise and Exhaust Gases in Road Planning. TIEL 3200071E

ISBN 951-47-5817-X
ISSN 0788-3722
TIEL 3200072R